

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

# SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADO PARA UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Autor: Alberto Campos Soto

Tutor: Manuel Antolín Arias

Fecha: 17 de Agosto del 2012



*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

*Dedico este proyecto a mis amigos y familia.*  
*En especial a mis padres Pedro y María de los Reyes,*  
*mi hermana María y a Pilar.*



1.- Memoria.....	1
1.1.- Objetivo.....	1
1.2.- Sistemas de bombeo fotovoltaico.....	2
1.2.1.- Introducción.....	2
1.2.2.- Aplicaciones.....	4
1.2.2.1.- Bombeo FV para suministro de agua.....	4
1.2.2.2.- Bombeo FV para actividades agrícolas.....	5
1.3.- Descripción del sistema de bombeo.....	5
1.4.- Configuraciones típicas de bombeo.....	10
1.4.1.- Sistemas de bombeo con motores DC.....	11
1.4.2.- Sistemas de bombeo con motores AC.....	12
1.4.3.- Sistemas de bombeo fotovoltaico con baterías.....	12
1.5.- Dimensionamiento de un sistema de bombeo.....	13
1.5.1.- Evaluación de la energía hidráulica necesaria.....	14
1.5.1.1.- Cálculo de las necesidades de agua.....	14
1.5.1.2.- Cálculo de la altura hidráulica de bombeo.....	15
1.5.1.3.- Cálculo de la energía hidráulica y energía eléctrica de la moto- bomba.....	17
1.5.2.- Evaluación de la energía solar disponible.....	18
1.5.3.- Definición del equipo de bombeo necesario.....	19
1.5.3.1.- Dimensionamiento del generador.....	19
1.5.3.2.- Dimensionamiento del motor.....	23
1.5.3.3.- Dimensionamiento de la bomba.....	23



1.5.3.4.- Dimensionamiento de las tuberías.....	24
1.5.3.5.- Dimensionamiento de los conductores.....	24
1.5.3.6.- Dimensionamiento de las protecciones.....	25
1.6.- Consideraciones de instalación.....	29
1.7.- Análisis práctico. Diseño de una estación de bombeo aislada alimentada fotovoltaicamente.....	31
1.7.1.- Hipótesis de partida.....	31
1.7.1.1.- Cálculo de las necesidades de agua.....	32
1.7.1.2.- Cálculo de la altura hidráulica de bombeo.....	32
1.7.1.3.- Selección de la configuración de la moto-bomba.....	34
1.7.1.4.- Cálculo de la energía hidráulica y energía eléctrica de la moto-bomba.....	35
1.7.1.5.- Dimensionamiento del generador fotovoltaico.....	36
1.7.2.- Elección del equipo.....	38
1.7.2.1.- Módulo fotovoltaico.....	39
1.7.2.2.- Inversor DC/AC.....	41
1.7.2.3.- Moto-bomba.....	42
1.7.2.4.- Tuberías .....	43
1.7.2.5.- Conductores.....	45
1.7.2.6.- Protecciones.....	46
1.7.2.7.- Manómetro.....	47
1.7.2.8.- Contador de agua.....	48
1.7.2.9.- Válvula de paso.....	49
1.7.2.10.- Depósito acumulador.....	49





2.- Anexos.....	50
2.1.- Inversor.....	51
2.2.- Moto-bomba.....	63
2.3.- Magnetotérmico.....	168
2.4.- Manómetro.....	169
3.- Planos.....	170
3.1.- Plano de ubicación.....	171
3.2.- Plano componentes.....	172
3.3.- Plano eléctrico.....	173
4.- Presupuesto.....	174
5.- Bibliografía.....	175



## **Indice figuras:**

Figura 1: Imagen aérea de la finca.....	1
Figura 2: Grafico indicativo de selección de la tecnología más apropiada de acuerdo al volumen diario y profundidad de bombeo. Se ha considerado una insolación diaria de 3 kWh/m <sup>2</sup> , un velocidad promedio del viento de 4,5 m/s y una eficiencia de 7% de los sistemas Diesel.....	3
Figura 3: Esquema de un estación de bombeo alimentada por paneles solares.....	6
Figura 4: Bomba centrífuga de superficie.....	7
Figura 5: Bomba centrífuga sumergible.....	7
Figura 6: Bomba volumétrica de cilindro.....	8
Figura 7: Introducción de datos en el programa de Grundfos.....	33
Figura 8: Gráfica resultante de la bomba SP17-2N.....	34
Figura 9: Ángulo óptimo de inclinación de cada mes.....	37
Figura 10: Porcentaje de irradiación.....	37
Figura 11: Datos técnicos de la moto-bomba SP17-2N.....	42
Figura 12: Manómetro EC01.....	48
Figura 13: Contador de agua ZENNER.....	48
Figura 14: Válvula de paso.....	49



## **Indice tablas:**

Tabla 1: Comparación entre opciones de Sistemas de Bombeo.....	4
Tabla 2: Características de los distintas células solares.....	7
Tabla 3: Necesidades medias de agua diarias para consumo humano y el servicio general de la casa y el jardín.....	15
Tabla 4: Consumo estimado para satisfacer las necesidades diarias para animales de granja.....	15
Tabla 5: Volumen de agua medio diario para aplicaciones de riego agrícola.....	15
Tabla 6: Valores del coeficiente de Hazen-Williams.....	16
Tabla 7: Valores de $\eta_{mb}$ en función de la configuración moto-bomba.....	22
Tabla 8: Conductividad del cobre y el aluminio a distintas temperaturas.....	25
Tabla 9: Irradiancia media de cada mes y del año.....	36
Tabla 10: Datos técnicos del panel solar PV-MLT260.....	40
Tabla 11: Datos técnicos del inversor GMS 1800.....	41
Tabla 12: Medidas de la tubería en función del tamaño.....	44
Tabla 13: Características específicas de la tubería de PVC.....	44
Tabla 14: Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada.....	45
Tabla 15: Datos técnicos magnetotérmico DE LS63.....	46
Tabla 16: Datos técnicos del manómetro EC01.....	48
Tabla 17: Dimensiones del depósito en función de la capacidad.....	49



## **1.1 Objetivo:**

El objetivo de este proyecto es el diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica aislada para una estación de bombeo.

La realización del proyecto se aplicará a una zonificación agraria constituida por seis hectáreas de terreno. Dicha zonificación está formada por una casa de dos pisos donde reside una familia de cuatro miembros. La finca se completa con una piscina de dimensiones  $(7,54 \times 2,96 \times 1,5 \text{ m})$  y una plantación de una hectárea y media de olivos de 75 pies de altura.



**Figura 1.-** Imagen aérea de la finca.

Actualmente esta finca no dispone de una estación de bombeo, pero el dueño pretende aumentar la plantación de olivos de una hectárea y media a cuatro hectáreas. Con este aumento en el cultivo decide instalar una estación de bombeo alimentada por paneles solares con la intención de extraer agua de su propio pozo y por lo tanto no pagar por ella, reduciendo considerablemente el gasto a largo plazo.



El proyecto estará formado por:

- Detalles teóricos aclarativos e informativos
- Cálculos numéricos
- Elección de componentes como paneles fotovoltaicos, motobombas, inversores, bombas, cables, protecciones o depósitos
- Planos detallados
- Presupuesto
- Bibliografía
- Anexos

Una vez leída la memoria el responsable de la construcción de este proyecto debe haber entendido con claridad la funcionalidad de la instalación, al igual que las principales partes que lo componen (paneles fotovoltaicos y moto-bomba), el plano realizado con sus medidas correspondiente y el presupuesto con la señalización de todos los gastos realizados y debidamente detallados.

## **1.2 Sistemas de bombeo fotovoltaico:**

### **1.2.1 Introducción:**

El bombeo de agua con energía solar fotovoltaica es una solución para sistemas aislados, como suministros de agua potable para comunidades rurales, aplicaciones agrícolas o ganaderas.

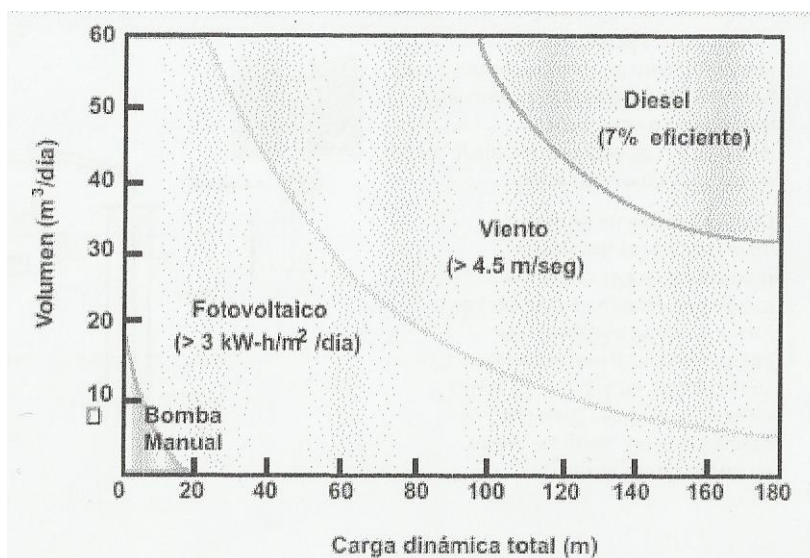
Las primeras instalaciones se remontan a 1978 donde se utilizaban motores de corriente continua de media y baja potencia ( $<800\text{ W}$ ) directamente acoplados al generador fotovoltaico utilizando bombas centrífugas. Posteriormente la inclusión de los motores de corriente alterna en la aplicación del bombeo fotovoltaico ofreció un avance en la tecnología de la electrónica de control incrementando la fiabilidad y el rango de potencia de operación.



A pesar de las cuantiosas mejoras introducidas como convertidores DC/DC o inversores DC/AC todavía se sigue buscando la manera de optimizar los sistemas de bombeo fotovoltaico, su rendimiento, fiabilidad, el rango de potencia y una reducción en los costes.

Las necesidades básicas de agua estipulan un consumo humano en áreas rurales en  $20 \text{ l/día}$ . En los hábitos rurales el mayor consumo de agua se produce por los sistemas de cultivos agrícolas así como en la alimentación de animales en ganadería. El auge de la demanda de sistemas de bombeo fotovoltaico se ha visto incrementado igualmente como la satisfacción final del cliente. Con los avances en la tecnología del bombeo fotovoltaico en calidad y eficiencia en las instalaciones se puede producir una amortización en el riego de un viñedo de dos hectáreas en un periodo inferior a tres años.

La elección de un sistema de bombeo fotovoltaico alimentado con energía solar depende principalmente de factores geográficos, económicos, volumen diario ( $\text{m}^3/\text{día}$ ) y la altura de bombeo. El rango óptimo para la utilización de un sistema fotovoltaico ronda entre  $150\text{-}1500 \text{ m}^4/\text{día}$ . Los sistemas de bombeo eólicos y diesel son más competitivos cuando se necesita un mayor caudal.



**Figura 2.-** Grafico indicativo de selección de la tecnología más apropiada de acuerdo al volumen diario y profundidad de bombeo. Se ha considerado una insolación diaria de  $3 \text{ kWh/m}^2$ , un velocidad promedio del viento de  $4,5 \text{ m/s}$  y una eficiencia de 7% de los sistemas Diesel.



COMPARACIÓN ENTRE OPCIONES DE SISTEMAS DE BOMBEO		
TIPO DE SISTEMA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<i>Manual</i>	Bajo costo. Tecnología simple. Fácil mantenimiento. Limpieza. No necesita alimentación.	Mantenimiento regular. Bajo caudal. Consumo tiempo y energía que puede ser empleado con mayor productividad en otras actividades.
<i>Solar</i>	Bajo mantenimiento. Limpieza. Fácil de instalar. Fiable. Larga vida. Sistemas modulares que pueden ser acoplados a las necesidades. No combustible.	Relativamente, alto coste inicial. Producción de agua dependiente de la radiación solar.
<i>Diesel</i>	Inversión de capital moderada. Portátil. Muy experimentadas. Fácil instalación.	Mantenimiento a menudo inadecuado, reduciendo su vida. Combustible caro y suministro intermitentemente. Problemas de ruido, suciedad y humos.

**Tabla 1.** - Comparación entre opciones de Sistemas de Bombeo.

## **1.2.2 Aplicaciones:**

Las dos principales aplicaciones en los sistemas de bombeo fotovoltaicos son:

- Aplicaciones de riego agrícola.
- Abastecimiento de agua en zonas rurales.

Las aplicaciones de riego están caracterizadas por su variedad estacional en función de época de riego del cultivo.

El abastecimiento de agua en zonas rurales ya sea para consumo humano o para consumo animal es un consumo constante y diario. El consumo de agua humano depende de cada individuo, de su localización geográfica y también de la época del año, pero está estipulado que ronde entre los 20-40 l/día/persona.

### **1.2.2.1 Bombeo FV para suministro de agua potable en el entorno rural:**

En la actualidad 1.200 millones de personas padecen escasez casi total de agua potable y se estima que en 2025 se llegarán a 2.500 millones. La falta de agua potable es una de las principales causas de enfermedad en países subdesarrollados. Se estima que más de 2 millones de niños mueren cada año por diarreas causadas por agua y alimentos contaminados. En el año 2000 había 31 países, principalmente en África y Medio Oriente afectados por escasez de agua y se espera que para 2025 se verán afectados otros 17 países incluidos India y China.



En todos los países con escasez de agua coinciden en altos niveles de irradiación solar y una disponibilidad reducida de recursos energéticos. Es en estos casos donde una estación de bombeo alimentada fotovoltaicamente supone una clara opción para extraer agua subterránea en zonas aisladas y/o poblaciones reducidas.

#### **1.2.2.2 Bombeo FV para actividades agrícolas:**

Las dos principales aplicaciones del bombeo fotovoltaico en actividades agrícolas son la irrigación y la extracción de agua para abrevaderos.

El uso de irrigación, como el riego por goteo permite aumentar la extensión de cultivo mejorando el rendimiento con una reducción en el consumo de agua.

En el caso de los abrevaderos es necesario la extracción de grandes cantidades de agua: un caballo consume unos *40 l/día*, una vaca lechera unos *140 l/día* y un cerdo sobre los *20 l/día*, lo que hace considerablemente rentable la instalación de una estación de bombeo aislada.

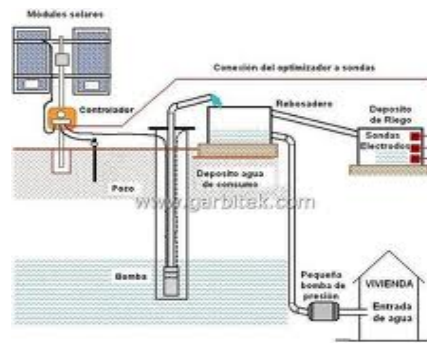
### **1.3 Descripción del sistema de bombeo:**

Un sistema de bombeo fotovoltaico está formado por un generador fotovoltaico establecido por paneles solares que genera una corriente continua que será transmitida al sistema motor-bomba. Para que la electricidad que generan los paneles solares sea adecuada para el sistema moto-bomba existen unos sistemas de acondicionamiento de potencia (inversores, reguladores, convertidores....), también consta de un sistema de tuberías, un depósito de acumulación (opcional) y un pozo para la extracción de agua.





*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*



**Figura 3.-** Esquema de un estación de bombeo alimentada por paneles solares.

El generador fotovoltaico está compuesto por varios módulos fotovoltaicos que pueden estar conectados en serie y/o en paralelo en función de las necesidades hasta obtener la potencia deseada, primero se realiza la asociación en serie hasta conseguir la tensión adecuada y luego la asociación en paralelo hasta alcanzar el nivel de corriente deseada.

Estos módulos van instalados sobre una estructura para conseguir una posición ideal respecto al sol, esta posición ideal se basa en el ángulo óptimo de inclinación. Existen otras estructuras que realizan un seguimiento solar durante el día, estas estructuras pueden ser de tres tipos distintos en función del tipo de seguimiento que realicen:

- Seguimiento cenital: Este tipo de seguimiento es de un solo eje, sigue la trayectoria del sol desde su posición más baja hasta su posición más alta, con un eje de rotación horizontal.
- Seguimiento azimutal: Este tipo de seguimiento es de un solo eje, sigue la trayectoria del sol desde su posición más oriental hasta su posición más occidental, con un eje de rotación vertical.
- Seguimiento polar: Este tipo de seguimiento es de un solo eje, sigue la trayectoria del sol desde su posición más oriental hasta su posición más occidental, con un eje de rotación inclinado respecto la vertical.

Una célula solar es un dispositivo capaz de convertir la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica. La gran mayoría de las células solares que actualmente están disponibles comercialmente son de silicio monocristalino o policristalino. Las células monocristalinas de silicio se encuentran más generalizadas aunque su proceso de creación es más complicado.



CÉLULAS	RENDIMIENTO LABORATORIO	RENDIMIENTO DIRECTO	CARACTERÍSTICAS	FABRICACIÓN
 MONOCRISTALINO	24 %	15 - 18 %	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralsky).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
 POLICRISTALINO	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
 AMORFO	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Tabla 2. Características de los distintas células solares.

Existen varios tipos de bombas:

- Bomba centrífuga: Los principales componentes de una bomba centrífuga son el tambor y la carcasa. El tambor es un disco con alabes que al girar a una velocidad suficientemente alta, la fuerza centrífuga produce un flujo ascendente del agua, que es lanzada hacia el conducto de salida, así se crea una succión que fuerza la entrada de más agua. Las bombas centrífugas son capaces de bombear hasta 60 metros de carga dinámica.

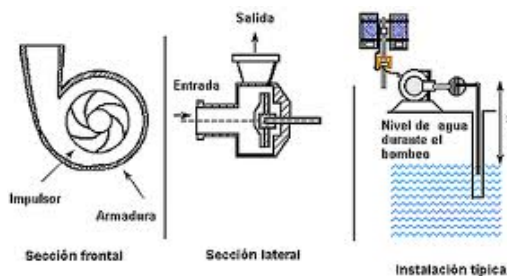


Figura 4.- Bomba centrífuga de superficie.

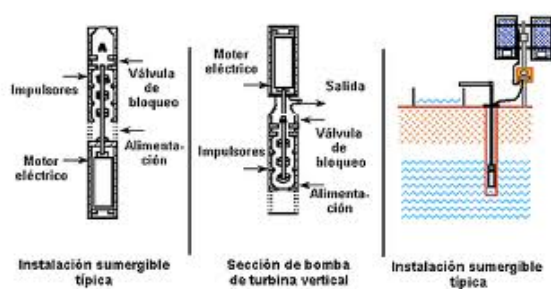
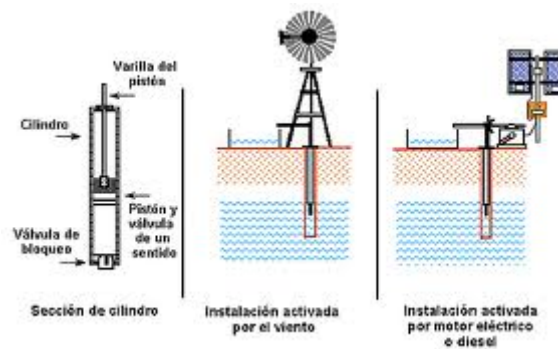


Figura 5.- Bomba centrífuga sumergible.

- Bomba de diafragma: Estas bombas desplazan el agua por medio de diafragma de un material flexible y resistente. Comúnmente los diafragmas se fabrican de caucho reforzado con materiales sintéticos. En la actualidad, estos materiales son muy resistentes y pueden durar de dos a tres años de funcionamiento continuo antes de requerir reemplazo, dependiendo de la calidad del agua. Los fabricantes de estas bombas proveen un juego de diafragmas para reemplazo que pueden

adquirirse a un precio razonable. Existen modelos sumergibles y de superficie.

- Bomba volumétrica de cilindro: Las bombas de cilindro han sido muy populares en aplicaciones de bombeo mecánico activadas por el viento, tracción animal o humana. Su principio consiste en que cada vez que el pistón baja el agua del pozo entra a su cavidad y cuando este sube empuja el agua a la superficie. La energía eléctrica requerida para hacerla funcionar se aplica sólo durante una parte del ciclo de bombeo. Las bombas de esta categoría deben estar siempre conectadas a un controlador de corriente para aprovechar al máximo de potencia.



**Figura 6.- Bomba volumétrica de cilindro.**

Los motores eléctricos pueden ser DC, AC o DC sin escobillas. Es habitual que el motor y la bomba formen una única unidad compacta que denominaremos motobomba o simplemente bomba.

**Motores:** Un motor eléctrico es una máquina que transforma energía eléctrica en energía mecánica.

- Motores DC: Las principales partes del motor de corriente continua son el inductor y el estator. Se denomina estator a la parte fija de la máquina y rotor a la parte giratoria. Estos motores se caracterizan por su voltaje, potencia y velocidad. La potencia que puede desarrollar un motor es proporcional al par y a su velocidad. La velocidad de giro del motor depende del voltaje, la intensidad y el flujo magnético. La utilización de estos motores debe evitarse en sistemas sumergibles debido a que las escobillas requieren un mantenimiento regular que implica sacar la bomba del pozo. Los motores DC ofrecen un alto rendimiento y no necesitan inversor.



- Motores DC sin escobillas: Los motores sin escobillas tiene un rotor de imanes permanentes y un estator bobinado (normalmente a tres fases). La conmutación del campo, que es realizada por las escobillas es realizada electrónicamente. La electrónica de control puede estar incorporada tanto en el propio motor como externamente. Estos motores son ideales para ser utilizados en bombas sumergibles, su rendimiento es menor al no existir escobillas. Presentan un alto rendimiento y su fiabilidad es parecida a los motores de corriente alterna.
- Motores AC: Los motores AC son los más usados, existen dos tipos, asíncronos y síncronos. Los más habituales en el uso de energía fotovoltaica son los motores asíncronos. Al igual que en los motores de corriente continua, los alternos se componen de estator y rotor, con la diferencia que en éstos, su voltaje, potencia y velocidad de giro dependen fundamentalmente de la frecuencia. Su principales inconvenientes frente a los motores DC, es su menor rendimiento por las pérdidas en el circuito magnético o el calentamiento del motor, y su coste económico superior por la necesidad de un inversor DC/AC.

El sistema de acondicionamiento de potencia está formado por inversores (DC/AC), convertidores (DC/DC), controladores de motor y reguladores.

- Inversores DC/AC: Tienen la misión de transformar la corriente continua de salida del generador en corriente alterna para el funcionamiento del motor AC. Los inversores fotovoltaicos generan una salida monofásica o trifásica con voltaje y frecuencia variable, una frecuencia variable permite operar con distintas velocidades así pueden disminuir el par de arranque y aumentar las horas de funcionamiento. Normalmente estos inversores incorporan seguimiento del punto de máxima potencia (SPMP).
- Convertidores DC/DC: Su objetivo principal es conservar tanto al generador como a la carga en su punto óptimo de trabajo. El convertidor convierte una potencia  $P_i = V_i \cdot I_i$  en otra potencia de salida  $P_o = V_o \cdot I_o$ . Existen dos tipos de convertidores, los que elevan la tensión de salida ( $V_o > V_i$ ) y los reductores de tensión ( $V_o < V_i$ ).
- El controlador de motor se utiliza en motores sin escobillas y es necesario para la conmutación del motor. Este controlador también posee un sistema SPMP.



- **Baterías:** El sistema de baterías es opcional, el objetivo principal de la batería es acumular la energía sobrante durante las horas de sol y máximo funcionamiento, para después re-utilizarla en horario nocturno o en días de baja irradiación solar. El principal problema que tiene el uso de baterías es la reducción considerable en la fiabilidad de la instalación e incrementa la necesidad de mantenimiento, además es necesario el uso de un regulador y diodos de bloqueo para evitar que la batería se descargue por la noche, suponiendo un coste añadido en la instalación. En definitiva el uso de baterías es razonable únicamente cuando el bombeo durante las horas de sol no es suficiente para satisfacer las necesidades mínimas de agua.
- **Regulador:** El regulador es exclusivamente necesario con el uso de baterías para protegerla de sobrecargas o sobredescargas.

**Depósito de acumulación:** Un sistema de bombeo alimentado con energía solar solamente bombea agua por el día. Si no se tiene un sistema de baterías la única forma de disponer de un suministro de agua en horas nocturno es un depósito de almacenamiento.

En aplicaciones de riego agrícola existen dos tipos de almacenamiento de agua.

- **Almacenamiento a largo plazo:** Este sistema almacena agua de un mes para otro, son depósitos de gran volumen que en su mayoría resulta poco aconsejable económicamente.
- **Almacenamiento a corto plazo:** Es el almacenamiento más aconsejable, lo recomendable es un depósito para asegurarse varios días de autonomía.

## **1.4 Configuraciones Típicas de bombeo:**

La configuración en un sistema de bombeo fotovoltaico está determinada por el tipo de generador, el tipo de bomba, el tipo de motor y el tipo de acondicionamiento de potencia. Se pueden distinguir dos principales diseños en función de la potencia a utilizar.

- **Sistemas de pequeña potencia (50 – 400 Wp):** Estos sistemas utilizan principalmente motores DC accionando una bomba centrífuga superficial. Entre el motor y el generador se instala un convertidor



DC/DC para mejor su acoplo. Estos sistemas tienen un  $PVC < 150 \text{ m}^4/\text{día}$ .

- Sistemas de media potencia ( $400 - 1500 \text{ Wp}$ ): Tienen principalmente dos configuraciones, motor AC con bomba centrífuga sumergible o motor DC sin escobillas con una bomba de desplazamiento positivo. En el caso de instalar un motor AC se deberá instalar un inversor DC/AC de frecuencia variable con SPMP son sistemas de fiabilidad elevada. En el caso de motores sin escobillas, obtienen un rendimiento mayor que los motores DC o AC, la bomba de desplazo positivo también ofrece un rendimiento superior a las bombas centrífugas, es una configuración nueva y todavía no está probada su fiabilidad. Estos sistemas son recomendables para  $150 \text{ m}^4/\text{día} < PVC < 1500 \text{ m}^4/\text{día}$ .

#### **1.4.1 Sistemas de bombeo con motores DC:**

Los principales componentes son:

- Generador fotovoltaico
- Convertidor DC/DC (opcional)
- Motor DC
- Bomba
- Depósito de almacenamiento (opcional)

La energía suministrada por el generador depende de la cantidad de irradiancia solar que sea capaz de absorber los paneles fotovoltaicos, el convertidor DC/DC realiza un ajuste de impedancia entre el generador y el motor para así poder utilizar en cualquier situación la máxima potencia.

Los motores DC están restringidos a instalaciones de superficie para conseguir un mantenimiento más sencillo, el mantenimiento más complejo se debe al recambio de las escobillas cada  $2000 - 4000 \text{ horas}$  de funcionamiento.

El caudal de la bomba varía en función de la velocidad del motor que a sí mismo de depende de la irradiancia solar.



Las instalaciones se completan con la instalación de un depósito de almacenamiento para asegurarse varios días de independencia. Son sencillos y requieren poco mantenimiento.

### **1.4.2 Sistemas de bombeo con motores AC:**

Los principales componentes son:

- Generador fotovoltaico
- Convertidor DC/AC
- Motor AC
- Bomba
- Depósito de almacenamiento (opcional)
- 

El generador fotovoltaico genera corriente continua, el inversor transforma la corriente continua en alterna monofásica o trifásica para alimentar al motor AC. Las principales ventajas del motor AC frente al motor DC es su construcción simple y robusta al igual de su bajo mantenimiento y por consiguiente su bajo coste.

Estos motores pueden funcionar con bombas centrífugas sumergibles dado que su mantenimiento es menos complejo que los motores DC. Con su bajo mantenimiento resulta viable su instalación en bombas sumergibles ya que se debe desmontar pocas veces durante su uso reduciendo su coste.

### **1.4.3 Sistemas de bombeo fotovoltaico con baterías:**

Los principales componentes son:

- Generador fotovoltaico
- Sistema de baterías
- Regulador
- Motor DC/ Motor AC
- Inversor (solo con motor AC)
- Bomba
- Depósito de almacenamiento (opcional)



Se utilizan baterías estacionarias de ciclo de descarga profundo para almacenar la corriente generada por los módulos fotovoltaicos. Durante el día las baterías se cargan, posteriormente cuando la irradiancia solar es tan reducida para que los módulos puedan generar energía, tanto por ser de noche o por estar nublado, las baterías alcanzan un voltaje determinado por el regulador para mantener al motor en condiciones cercanas a la nominal.

Las ventajas que ofrece esta configuración es la de proporcionar agua en horas sin una suficiente irradiancia solar. El principal problema es su mantenimiento más continuo y su corta vida en relación a los demás componentes de la instalación, aumentando el coste.

## **1.5 Dimensionamiento de un sistema de bombeo:**

El dimensionamiento de un sistema de bombeo está basado en cálculos matemáticos y trata de tres parámetros fundamentales a la hora de calcular.

- Evaluación de la energía hidráulica necesaria.
- Evaluación de la energía solar disponible.
- Definición del equipo de bombeo necesario.

Primero se realiza un cálculo con los valores medios mensuales del agua que es necesario para satisfacer la demanda presentada.

A través de estos datos de caudal y de la altura de bombeo obtenemos la energía hidráulica necesaria.

Con los datos de radiación solar de nuestro emplazamiento seleccionado, elegimos el mes más desfavorable dentro de nuestras necesidades, para establecerlo como el mes de dimensionamiento. Este mes de dimensionamiento es el mes más desfavorable, asegurando así el suministro mínimo necesario de agua en las peores condiciones previstas y permitiendo un bombeo extra de agua durante gran parte del año.





Una buena elección de componentes del sistema asegurará un bajo rendimiento, larga vida útil y una gran fiabilidad. La unión de los elementos es una parte crítica de la instalación, el rendimiento dependerá en gran parte de la conexión.

### **1.5.1 Evaluación de la energía hidráulica necesaria:**

#### **1.5.1.1 Cálculo de las necesidades de agua:**

Es imprescindible conocer el volumen de agua diario mensual que es necesario para satisfacer la demanda presentada. Las distintas necesidades de agua son:

- Agua para el consumo humano
- Agua para consumo de animales
- Agua para riego

Es muy importante realizar un estudio del pozo del que se extraerá todo el agua durante el proceso, considerando las variaciones estacionales, para asegurarse que la bomba no trabaje en vacío, creando así graves problemas a todo el sistema.

Es importante saber qué tipo de consumo es el que más se ajusta a nuestras necesidades, existen dos tipos de consumo:

- Consumo continuo: Es el caso de una vivienda, que puede consumir agua tanto por la noche como por el día y durante todo el año. En este tipo de consumo es importante conocer las cantidades necesarias de agua por persona para establecer la capacidad del depósito de almacenamiento (la opción más adecuada). En caso de no instalar un depósito de acumulación se puede instalar un sistema de baterías (opción no recomendable por el alto rendimiento y baja vida útil de las baterías).
- Consumo estacional: Este tipo de consumo es realizado por los sistemas de riego agrario. Las mayores necesidades de agua se corresponden con las mayores irradiaciones solares.



**Trabajo Fin de Grado.**  
**Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.**

Consumo humano			
Por persona	Litros	Servicios	Litros
Mínimo	10	Cada ducha	20
Países Subdesarrollados	30	Bañera llena	120
Países Desarrollados	300	Cisterna	24
		Lavabo lleno	8
		Lavavajillas	16 l/min
		Lavadora	20 l/min
		100 m <sup>2</sup> césped	600

**Tabla 3.- Necesidades medias de agua diarias para consumo humano y el servicio general de la casa y el jardín.**

CONSUMO ESTIMADO DE AGUA PARA ANIMALES	
Tipo de animal	litros/día/animal
Caballo	40
Buey	20
Ganado vacuno	50
Vaca lechera	140
Cerdo	20
Oveja	5
Cabra	5
Aves de corral	0,1

**Tabla 4.- Consumo estimado para satisfacer las necesidades diarias para animales de granja.**

Riego por goteo		
Olivos	Densidad (pies/Ha)	m <sup>3</sup> /Ha/día
	70-80	10
	165	16
Chopos	312	20
	832	50

TIPO DE CULTIVO	m <sup>3</sup> /hectárea
Granjas rurales	60
Arroz	100
Cereales	45
Caña de azúcar	66
Algodón	55

**Tabla 5.- Volumen de agua medio diario para aplicaciones de riego agrícola.**

### **1.5.1.2 Cálculo de la altura hidráulica de bombeo:**

La altura hidráulica de bombeo o altura equivalente de bombeo, es la presión efectiva que debe vencer la bomba para su correcto funcionamiento.



$$H_{TE} = H_d + H_g + S_W \quad (\text{Ecuación 1})$$

$H_{TE}$  = Altura hidráulica (m)

$H_d$  = Altura dinámica (m)

$H_g$  = Altura estática (m)

$S_W$  = Abatimiento del pozo (m)

La altura dinámica es la caída de presión cuando un líquido circula por el interior de una tubería, a esto se le denomina fricción. Estas pérdidas de carga dependen de la longitud de la tubería, de su diámetro y del coeficiente de fricción ( $f$ ).

La altura dinámica puede ser calculada a través de la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_d = 10,665 \cdot \left( \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852}} \right) \cdot d^{-4,869} \cdot L \quad (\text{Ecuación 2})$$

$H_d$  = Altura dinámica (m)

$Q$  = Caudal ( $m^3/s$ )

$C$  = Coeficiente de Hazen-Williams

$d$  = Diámetro interno de la tubería (m)

$L$  = longitud de la tubería (m)

Material de la tubería	Coeficiente C (H-W)
Cloruro de Polivinilo (PVC)	150
Polietileno (PE)	140
Asbestos	140
Acero nuevo	120
Aluminio en uniones	120
Acero viejo (40 años)	85

**Tabla 6.-** Valores del coeficiente de Hazen-Williams.



La altura estática, es la distancia geométrica desde el nivel del agua en el pozo hasta el punto más elevado donde debe bombearse el agua.

El abatimiento es el descenso del nivel del agua en el espacio interior del pozo desde un nivel estacionario, en el que el nivel extraído es nulo, hasta un determinado nivel, cuando el caudal extraído es  $Q$ .

$$S_W = \frac{\ln t}{4\pi T} \cdot Q + K_W \cdot Q + D_W \cdot Q^2 \quad (\text{Ecuación 3})$$

$S_W$  = Abatimiento dentro del pozo de bombeo

$K_W$  = Constante que representa la suma de los coeficientes de los componentes lineales constantes del abatimiento debidas a las características del acuífero no alterado, los efectos de la zona de desarenado, los efectos del empaque de grava y los efectos de las pérdidas de carga en la rejilla y la camisa.

$D_W$  = Constante que representa la suma de los coeficientes constantes de las componentes cuadráticas del abatimiento, debida a los mismos efectos que se han señalado para  $K_W$

$T$  = Coeficiente de transmisividad del acuífero, es la capacidad de un medio poroso para transmitir el agua según el espesor del acuífero y su permeabilidad.

$Q$  = Caudal

$t$  = Tiempo de bombeo

### **1.5.1.3 Cálculo de la energía hidráulica y energía eléctrica de la moto-bomba:**

Una vez establecidas las necesidades hídricas del mes a dimensionar y calculada la altura total de la instalación procederemos a calcular la energía hidráulica y la energía consumida por la motobomba necesaria para que nuestra instalación funcione correctamente.

$$E_H = K \cdot Q_d \cdot H_{TE} \quad (\text{Ecuación 4})$$



$$E_{MB} = \frac{E_H}{\eta_{MB}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$E_{MB} = \frac{K \cdot Q_d \cdot H_{TE}}{\eta_{MB}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$E_H$  = Energía hidráulica (Wh/día)

$K = 2,725$

$Q_d$  = Caudal ( $m^3$ /día)

$H_{TE}$  = Altura equivalente de bombeo (m)

$E_{MB}$  = Energía consumida por la motobomba (Wh/día)

$\eta_{MB}$  = Eficiencia de la motobomba, es el cociente entre la energía hidráulica y la energía eléctrica consumida por la motobomba

### **1.5.2 Evaluación de la energía solar disponible:**

La potencia que suministre el generador fotovoltaico dependerá exclusivamente de la radiación solar que incida en él. La radiación solar varía en función de la localización geográfica, la estación en la que nos encontremos y también en la hora del día.

Para poder realizar un dimensionamiento solar adecuado se debe disponer de datos medios mensuales de radiación solar del lugar donde se desee realizar la instalación. Generalmente la radiación solar mensual viene expresada en ( $kWh/m^2/día$ ).

La cantidad de energía solar incidente en el generador dependerá de la orientación relativa al sur y del ángulo que forma con los rayos del sol. Para conseguir un mayor aprovechamiento de la instalación se deben calcular la orientación y el ángulo de inclinación óptimos.

Existen algunas páginas de internet donde calculan directamente los datos de orientación y ángulo óptimos con seleccionar la ubicación geográfica que desees. Este es el caso de la siguiente página web:



<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=en&map=europe>

Después de seleccionar la ubicación del proyecto, obtenemos los datos medios mensuales de irradiación de todos el año, seleccionamos dentro de nuestros requisitos el mes más desfavorable, es decir el mes con menor irradiancia.

Una vez conseguidos los datos de energía hidráulica necesaria para nuestra instalación y los datos de irradiancia de nuestro mes de dimensionamiento ya estamos capacitados para seleccionar el equipo adecuado para nuestra instalación.

### **1.5.3 Definición del equipo de bombeo necesario:**

La elección del equipo de bombeo alimentado fotovoltaicamente consta de uno o unos paneles fotovoltaicos que se usan como generador, un motor, una bomba, un inversor, un sistema de tuberías, conductores y protecciones. Si la instalación de bombeo está constituida por un sistema de baterías, es necesario a demás de todo lo anteriormente descrito, dimensionar las baterías y elegir un regulador.

En este apartado se dimensionará el generador, la bomba y el motor.

#### **1.5.3.1 Dimensionamiento del generador:**

El dimensionamiento del generador fotovoltaico consiste en el cálculo de la potencia pico del generador, que es necesario instalar para satisfacer las necesidades de agua a lo largo de todo el año. Inicialmente en el dimensionado se supone que el generador opera en condiciones estándar ( $25^{\circ}\text{C}$  y  $1000 \text{ W/m}^2$ ) y que el punto de trabajo coincide con el de máxima potencia todo el día.

En condiciones reales de operación esto no sucede así y la potencia de salida del generador es inferior a la potencia pico, ya que la irradiancia varía a lo largo de las horas del día con valores menores que  $1000 \text{ W/m}^2$  y hay pérdidas de rendimiento por efectos de desacoplo respecto del punto de máxima potencia e influencia de la temperatura de operación.



En consecuencia la energía eléctrica que tiene que suministrar el generador fotovoltaico será igual a la energía hidráulica necesaria, dividida por el rendimiento energético diario medio del generador.

La energía eléctrica depende de los siguientes factores:

- Irradiación solar
- Temperatura media de funcionamiento de las células
- Punto de trabajo del sistema
- Umbral de irradiancia de bombeo

Para estimar la potencia pico del generador se tiene la siguiente ecuación:

$$P_p = \eta_g \cdot A \cdot G_{CEM} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$P_p$  = Potencia del generador (W)

$\eta_g$  = Rendimiento del generador a temperatura de referencia (25°C)

$G_{CEM} = 1000 \text{ (W/m}^2\text{)}$ , irradiancia de referencia

$A$  = Área de paneles fotovoltaicos (m<sup>2</sup>)

El área del generador necesaria para suministrar una energía eléctrica diaria ( $E_e$ ) se calcula mediante la expresión:

$$A = \frac{E_e}{\eta_{fv} \cdot G_{dm}} \quad (\text{Ecuación 8})$$

$E_e$  = Energía eléctrica diaria (Wh/día)

$\eta_{fv}$  = Rendimiento medio diario del generador en condiciones de operación

$G_{dm}$  = Radiación media diaria mensual incidente en el plano del generador  
(kWh/m<sup>2</sup>/día)

$A$  = Área de paneles fotovoltaicos (m<sup>2</sup>)



El rendimiento medio diario mensual del generador puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$\eta_{fv} = F_m \cdot (1 - \delta(T_c - 25)) \cdot \eta_g \quad (\text{Ecuación 9})$$

$\eta_{fv}$  = Rendimiento medio diario del generador en condiciones de operación

$F_m$  = Factor de acoplo medio, definido como el cociente entre la energía eléctrica generada en condiciones de operación y la energía que se generaría si el sistema trabajase en el punto de máxima potencia. Si no se conoce su valor se puede tomar como valor:

0,9 para bombas centrífugas y 0,8 para otro tipo de bombas

$\delta$  = Coeficiente de variación de la potencia con la temperatura de las células con valores entre (0,004-0,005 1/°C)

$T_c$  = Temperatura media diaria de los módulos durante las horas de sol (°C)

$\eta_g$  = Rendimiento del generador a temperatura de referencia (25°C)

La energía eléctrica necesaria se relaciona con la energía hidráulica a través del rendimiento medio diario mensual del subsistema motor-bomba:

$$E_e = \frac{E_h}{\eta_{mb}} \quad (\text{Ecuación 10})$$

$E_e$  = Energía eléctrica diaria (Wh/día)

$E_h$  = Energía hidráulica diaria (Wh/día)

$\eta_{mb}$  = Rendimiento medio diario mensual del subsistema motor-bomba





*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

Tipo	Valor medio	Mejor Valor
Superficial con motor CC y Bomba Centrífuga	25 %	30 %
Superficial con motor CC y Bomba Centrífuga multietapa	28 %	40 %
Motor AC ó CC sumergible con Bomba Centrífuga Motor CC superficial con bomba desplazamiento positivo	32 %	42 %

**Tabla 7.-** Valores de  $\eta_{mb}$  en función de la configuración moto-bomba.

Sustituyendo todas las ecuaciones anteriores en la primera nos encontramos con la siguiente expresión.

$$P_p = \frac{E_h}{\eta_{mb}} \cdot \frac{G_{CEM}}{F_m (1 - \delta(T_c - 25)) \cdot G_{dm}} \quad (\text{Ecuación 11})$$

$P_p$  = Potencia del generador (W)

$E_h$  = Energía hidráulica diaria (Wh/día)

$\eta_{mb}$  = Rendimiento medio diario mensual del subsistema motor-bomba

$G_{CEM}$  = 1000 (W/m<sup>2</sup>), irradiancia de referencia

$\delta$  = Coeficiente de variación de la potencia con la temperatura de las células con valores entre (0,004-0,005 1/°C)

$T_c$  = Temperatura media diaria de los módulos durante las horas de sol (°C)

$G_{dm}$  = Radiación media diaria mensual incidente en el plano del generador (kWh/m<sup>2</sup>/día)

Una vez calculado la potencia pico del generador ya podemos elegir los paneles fotovoltaicos a instalar, teniendo siempre en consideración que la potencia a instalar por parte de los módulos fotovoltaicos deberá ser mayor o igual, preferiblemente superior, a la potencia pico calculada. La configuración de paneles serie-paralelo viene establecida por esta relación:



$$N^{\circ} \text{ de paneles serie} = \frac{\text{Voltaje nominal del motor}}{\text{Voltaje nominal de los módulos}}$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles paralelo} = \frac{\text{Potencia pico del generador}}{(N^{\circ} \text{ de paneles en serie}) \cdot (\text{Potencia pico de un módulo})}$$

### **1.5.3.2 Dimensionamiento del motor:**

El motor debe ser capaz de soportar la potencia pico del generador fotovoltaico sin ninguna clase de problema o altercado mecánico, por consiguiente la potencia eléctrica de entrada debe ser como mínimo la del generador fotovoltaico.

Se puede dar el caso en que la potencia del motor puede ser inferior a la potencia pico del generador, dando a lugar a menores pérdidas por desacoplo, pero el motor soportará sobretensiones de operación.

Obviamente este caso solo puede operar durante breves periodos de tiempo y no es nada aconsejable puesto que la exposición prolongada del motor a sobretensiones repercutirá en la vida del motor acortándola considerablemente y provocando una avería en la instalación con el gasto que ello conlleva.

### **1.5.3.3 Dimensionamiento de la bomba:**

La bomba es la encargada de succionar el agua del pozo, impulsada por el motor, para después llevarla hasta el depósito de acumulación en el caso de que los haya o bien utilizarla directamente.

Se puede calcular el caudal pico que debe suministrar la bomba a partir de la potencia pico del generador y del rendimiento moto-bomba considerada. Este caudal pico debe ser siempre mayor que el caudal necesario para satisfacer las necesidades estipuladas.

$$Q_p = \frac{P_p \cdot \eta_{mb}}{g \cdot h} \quad (\text{Ecuación 12})$$



$Q_p$  = Caudal pico (l/s)

$g = 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$ , gravedad

$h$  = Altura de bombeo (m)

$P_p$  = Potencia del generador (W)

$\eta_{mb}$  = Rendimiento medio diario mensual del subsistema motor-bomba

#### **1.5.3.4 Dimensionamiento de las tuberías:**

El diámetro de las tuberías ha de ser calculado de acuerdo con las pérdidas de carga o altura dinámica, especificadas cuando se obtiene la energía hidráulica necesaria y con la longitud real de tubería sumada a la "longitud equivalente" de los accesorios de la instalación.

Para unas pérdidas admisibles y una longitud total  $L$  (incluidos los accesorios del circuito) el diámetro de las tuberías se puede estimar mediante tablas o gráficos que expresen las pérdidas de carga en función del caudal para cada diámetro de la tubería, teniendo en cuenta el tipo de material del que está construida.

Se recomienda que el diámetro de la tubería y accesorios sea superior a un valor tal que las pérdidas hidráulicas no superen el 10% de la altura hidráulica de bombeo, preferentemente un 2%.

#### **1.5.3.5 Dimensionamiento de los conductores:**

Los conductores son los encargados de transmitir la corriente desde el punto de generación, en este caso los paneles fotovoltaicos, al punto de consumo, motor.

A la hora de elegir el conductor, este debe ser capaz de soportar no solo perfectamente la corriente nominal de servicio y la corriente de arranque del motor sino que debe soportar la corriente de cortocircuito durante el breve periodo de tiempo que tardan las protecciones en detectar la falta y actuar, sin producirse defectos en el cable.

Para seleccionar el conductor ideal para nuestra instalación debemos calcular la sección que este debe tener para garantizarnos la funcionalidad anteriormente descritas.



Para ello disponemos de la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{c \cdot \Delta V} \quad (\text{Ecuación 13})$$

$s$ = Sección ( $\text{mm}^2$ )

$L$ = Longitud del conductor

$I$ = Intensidad máxima (Datos del fabricante)

$c$ = Conductividad del cobre

$\Delta V$  = 1%, Caída de tensión (V)

$\cos \varphi$  = Factor de capacidad del motor (Datos del fabricante)

	20° C	30° C	40° C	50° C	60° C	70° C PVC	80° C	90° C XPLE-EPR
Cu	56	54	52	50	48	47	45	44
Al	35	34	32	31	30	29	28	27

**Tabla 8.-** Conductividad del cobre y el aluminio a distintas temperaturas.

### **1.5.3.6 Dimensionamiento de las protecciones:**

Las protecciones son las encargadas de actuar en caso de perturbaciones no deseadas producidas en el sistema, aislando los elementos por ordenes generadas por las mismas protecciones.

Las perturbaciones más comunes se producen por:

- Climatología y factores atmosféricos
- Influencia animal y vegetación
- Envejecimiento
- Fallos electromecánicos
- Factores humanos



#### Tipos de perturbaciones:

- Cortocircuitos: Conexión accidental entre conductores de distinta fase o entre éstos y tierra. Puede ser directa aunque normalmente será a través de un arco eléctrico. Provocan un incremento muy elevado y extraordinariamente rápido de la corriente eléctrica, lo que lleva a:
  - Dificultad de corte por los interruptores
  - elevados esfuerzos electromecánicos
  - Calentamiento excesivo de los materiales
- Sobrecarga: Los sistemas se diseñan con unos valores máximos de carga o intensidad, intensidad nominal, para garantizar su correcto funcionamiento. Cuando se superan los valores nominales de intensidad aparecen sobrecargas. Los circuitos eléctricos puede tolerar sobrecargas dentro de unos límites de magnitud y tiempo, ya que se diseñan con un margen de seguridad. Las sobrecargas dan lugar a un calentamiento anormal de los materiales según la ley de joule, existen dos tipos de sobrecarga:
  - Sobrecargas prolongadas: Destrucción de los materiales y equipos
  - Sobrecargas sucesivas: Envejecimiento prematuro
- Retorno de energía: Por diferentes motivos se pueden ocasionar inversiones en el sentido de la potencia u oscilaciones no deseables para el sistema ya que pueden alterar su estabilidad.
- Sobre tensiones: Aumentos accidentales de la tensión sobre la considerada como normal de funcionamiento y fuera de sus límites de seguridad. Las sobre tensiones provocan:
  - Deterioro de aislamientos al superar su rigidez eléctrica.
  - Posible aparición de arcos eléctricos y cortocircuitos
  - Aumento del riesgo para las personas y aparatos conectados a la red de distribución
- Sub tensiones: Descenso de los niveles de tensión por debajo de su valor nominal. Las caídas de tensión provocan un aumento de las intensidades de consumo y por tanto sobrecargas.
- Desequilibrios: Un sistema se considera equilibrado cuando las corrientes y tensiones de cada fase tienen igual magnitud y ángulo desfase. Las asimetrías se pueden producir por repartos



*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

desiguales de cargas o por averías o incidencias en la propia red. Estos desequilibrios reducen la vida útil.

Para que un sistema de protección sea eficaz debe satisfacer las siguientes cualidades:

- **Fiabilidad:** Los sistemas de protección deben actuar siempre y sólo cuando sean necesarios.
- **Velocidad.** Los sistemas de protección deben ser los más rápidos posibles para disminuir los efectos nocivos que puedan aparecer y aislar las zonas sanas para permitir su continuo y correcto funcionamiento.
- **Sensibilidad:** Capacidad para detectar los efectos de las perturbaciones en todas las condiciones. Los casos más extremos serán condiciones de máxima y mínima carga.
- **Selectividad:** Los sistemas de protección deben actuar de tal manera que, aun en las condiciones más desfavorables solo quede aislada la parte de red afectada por la perturbación.

**Sistemas de protección para Baja Tensión:**

- **Interruptor:** Permite establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales y de sobrecarga. Soporta durante un tiempo intensidades de cortocircuito.
- **Interruptor automático:** Capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales, así como de establecer, soportar durante algún tiempo e interrumpir corrientes de cortocircuito.
- **Interruptor magnetotérmico:** No admite disparos indirectos. Dispone de dos dispositivos (disparador térmico y disparador magnético)
  - **Disparador térmico:** Para sobrecargas y sobreintensidades pequeñas y prolongadas actúa la protección térmica.
  - **Disparador magnético:** Para cortocircuitos actúa la protección magnética.



- Seccionadores: No permiten la apertura o cierre con carga, crea distancia de seguridad y aislamiento (corte vivible).
- Fusible: Provocan una apertura del circuito en el que está instalado por fusión debido al calentamiento producido por una sobreintensidad.

Clasificación de fusibles de baja intensidad:

- Primera letra: g, de uso general capaz de cortar todos los valores de corriente desde  $1,6 \cdot I_n$  hasta su poder de corte.
- Segunda letra:
  - G: de uso general (cables y conductores)
  - M: Aparatos de maniobra y mando de motores
  - R: Protección de circuitos con semiconductores
  - B: Minería
- Contactores: Son capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes nominales de servicio y sobrecarga, no cortocircuitos. Accionados a distancia.

Protecciones contra las sobrecargas: Se usan interruptores automáticos y magnetotérmicos, fusibles y contactores accionados con relés térmicos. Se deben desconectar antes de alcanzar la máxima temperatura admisible.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (\text{Ecuación 15})$$

$I_B$  = Intensidad de empleo o utilización (A)

$I_N$  = Intensidad nominal del aparato de protección (A)

$I_Z$  = Intensidad máxima admisible por el elemento a proteger (A)

$I_2$  = Intensidad convencional de funcionamiento del aparato (A)

Para Interruptores magnetotérmicos:  $I_2 = 1,45 \cdot I_N$  (Ecuación 16)

Para fusibles tipo gG:  $I_2 = 1,60 \cdot I_N$  (Ecuación 17)



## **1.6 Consideraciones de instalación:**

La mayoría de los fallos en las instalaciones de bombeo provienen del inversor, controlador o de la bomba. La realización de una instalación, operación y mantenimiento adecuados reducirán estos problemas.

Algunas consideraciones importantes a la hora de realizar una instalación de bombeo fotovoltaico son:

- Respetar la normativa y reglamentos electrotécnicos aplicables a instalaciones eléctricas.
- Realizar un plan detallado de la instalación, asegurándose la disponibilidad de todos los materiales y herramientas. Como mínimo se han de seguir los siguientes pasos:
  1. Verificación del pozo de agua (capacidad de producción)
  2. Obra civil: cimientos, tuberías y depósito de almacenamiento
  3. Montaje de los componentes mecánicos y eléctricos del sistema
  4. Verificación de la operación del sistema
  5. Entregar un manual de operación y mantenimiento al usuario del sistema, así como instruirle, acerca del funcionamiento del sistema.
- Los niveles de agua pueden variar estacionalmente, y en algunos casos en un periodo de horas. El nivel de agua en zonas rocosas varía mucho durante el bombeo. La bomba debe estar sumergida en el agua. Si las variaciones del nivel del agua hacen que la bomba pueda trabajar en vacío es necesario tomar precauciones como la instalación de sondas de nivel en el pozo. También es necesario instalar una sonda de nivel en el depósito para evitar el desperdicio del agua.
- Proteger la entrada de la bomba de la posible entrada de suciedad o arena mediante filtros adecuados en cada caso. Tener en cuenta las posibles pérdidas de carga de estos filtros.
- Es necesario poner correctamente a tierra todo el equipo. Las bombas de agua atraen los rayos por la excelente tierra que proporcionan. Poner a tierra el marco del generador FV, todas las cajas de equipos. Las tuberías nunca deben ser utilizadas como tierra, ya que ésta puede ser interrumpida en operaciones de mantenimiento. Utilizar varistores para proteger los equipos contra sobrecargas inducidas por fenómenos atmosféricos.
- Evitar tuberías muy largas. Las pérdidas de carga pueden aumentar considerablemente la altura total de bombeo y por tanto el tamaño del generador FV.





- Utilizar tuberías de acero inoxidable o de PVC adecuadas para resistir una operación de al menos la vida útil del generador (*>20 años*) de diámetros adecuados para minimizar las pérdidas de carga. Evitar la formación de pares galvánicos que puedan corroer partes del sistema.
- Proteger los equipos electrónicos en cajas intemperie. El cableado de la instalación debe cumplir con la normativa eléctrica vigente, minimizando las caídas de tensión. Los cables utilizados para bombas sumergibles deben ser apropiados para tal fin.
- Proteger el pozo de la entrada de suciedad, sobre todo en instalaciones de bombeo de agua para uso potable.
- El generador puede ser una estructura fija o con seguimiento solar. Las estructuras fijas son más baratas y resistentes. Sin embargo los seguidores solares pueden incrementar en un 30%-40% el volumen bombeado durante el verano. La utilización de seguidores puede disminuir el tamaño del generador para bombear el mismo volumen de agua, pero añaden complejidad al sistema y necesitan mayor mantenimiento.
- La mayor parte de los fabricantes de sistemas de bombeo de agua para energía solar FV incluyen algún tipo de dispositivo de acoplo de impedancia para que el sistema opere cerca del punto de máxima potencia, acoplando las características eléctricas del motor y del generador. Además algunos tipos de bombas con elevado par de arranque, como las bombas de desplazamiento positivo, necesitan un dispositivo para suministrar estos picos de corriente de arranque.
- En instalaciones de suministro de agua potable, prever la construcción de un sistema de saneamiento que evite la formación de agua estancada en el entorno del punto de distribución.
- Se debe utilizar un cableado que minimice las caídas de tensión, especialmente en los de baja tensión donde unas pequeñas caídas pueden ocasionar pérdidas significativas. Los cables utilizados deben ser adecuados, p.e. resistentes al sol, sumergibles, etc... El cable para la sujeción de la bomba debe ser aislado para evitar fenómenos de corrosión por formación de pares galvánicos.
- Mantener las medidas de seguridad adecuadas: puesta a tierra de los conductores, la estructura del generador y los equipos, montar los interruptores necesarios (entre el generador y el inversor), colocar fusibles o interruptores en los conductores no puestos a tierra y utilizar cables con secciones adecuadas. Verificar las conexiones eléctricas que se realizarán en cajas adecuadas que permitan su inspección y revisión.
- En la instalación de bombas superficiales se ha de tener en cuenta la altura máxima de succión (*<8m*). Se dispondrá de una válvula de pie que mantenga siempre llena la tubería de aspiración en bombas no autocebantes. Es recomendable la instalación de una válvula antirretorno también en la tubería de impulsión a la salida de la bomba, para evitar golpes de ariete que dañen la bomba.



- La instalación de bombas sumergibles es en general más difícil, requiriendo de grúas en bombas muy pesadas. Instalar la camisa de la bomba para mejorar la refrigeración del motor. La sujeción de la bomba ha de soportar el peso de la misma y de la tubería llena de agua. Se ha de disponer de un cable o cuerda de sujeción y otro adicional de seguridad. El peso ha de ser soportado por la sujeción y no por la tubería o los cables eléctricos. La bomba irá provista de una válvula antirretorno.

## **1.7 Análisis práctico. Diseño de una estación de bombeo aislada alimentada fotovoltaicamente:**

### **1.7.1 Hipótesis de partida:**

El estudio parte del dimensionamiento de una vivienda agraria. Esta vivienda está establecida como primera residencia por cuatro miembros de una misma familia, por consecuencia necesitan suministro de agua durante todo el año.

Actualmente la finca cuenta con una plantación de olivo de 75 *pies* de copa, de una hectárea y media. El dueño de la plantación pretende aumentarla hasta las cuatro hectáreas del mismo tipo de olivo y desea instalar una estación de bombeo aislada alimentada por paneles fotovoltaicos.

La finca se encuentra en Villanueva de los Infantes, provincia de Ciudad Real, (España). El clima en esta región es mediterráneo continentalizado, con una de las mayores oscilaciones térmicas de la península. Esto provoca inviernos fríos y veranos muy calurosos y secos.

La mayor parte de agua necesaria en este proyecto parte del riego de los olivos, la época principal de riego es abril-septiembre. Los meses de verano es también cuando las personas consumen más agua además en la estación de verano es la época de menor lluvia del año. Debido a todo lo anterior, centraremos nuestro estudio en el periodo de verano (junio-septiembre).

La instalación de bombeo debe suministrar agua suficiente para abastecer de agua al riego por goteo de los olivos y las necesidades hídricas de todos los miembros que residen en la finca.



### **1.7.1.1 Cálculo de las necesidades de agua:**

El primer paso a la hora de realizar un dimensionamiento de una instalación de una estación de bombeo alimentada por paneles solares es calcular el caudal necesario para satisfacer las necesidades hídricas.

Empezaremos calculando las necesidades de agua de todos los miembros de la vivienda agraria. Un habitante rural consume una media de  $30 \text{ l/día}$ , a esta cantidad le sumaremos  $5 \text{ l/día}$  extra, esto es debido a que en verano se consume más agua que en todo el resto del año.

En cuanto a las necesidades de agua para el riego por goteo para los cultivos de los olivos según las tablas tenemos un riego medio de  $10 \text{ m}^3/\text{Ha/día}$ .

En total obtenemos un caudal total de:

$$Q = 4 \cdot (0,035 \text{ m}^3/\text{día}) + 4 (\text{Ha}) \cdot 10 (\text{m}^3/\text{Ha/día})$$

$$Q = 40,14 \text{ m}^3/\text{día}$$

El caudal total diario es de  $40,14 \text{ m}^3/\text{día}$ , este caudal total se quiere extraer del pozo en cinco horas al día para asegurarse así la extracción en días nublados donde el sol aparece pocas horas al día o las posibles sombras que se creen en la trayectoria del sol a lo largo del día, con lo que el caudal en  $(\text{m}^3/\text{h})$  es de:

$$Q = \frac{40,14}{5} = 8,03 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **1.7.1.2 Cálculo de la altura hidráulica de bombeo:**

Según los estudios de sondeo realizados para seleccionar la zona de extracción de agua se ha encontrado agua a una profundidad de diez metros. A través del programa que nos proporciona el fabricante de moto-bombas Grundfos, con los datos de altura estática y caudal una vez elegida nuestra moto-bomba nos calculará la altura óptima de bombeo.

La altura hidráulica como anteriormente se ha descrito, es la distancia geométrica desde el nivel del agua en el pozo hasta el punto más elevado donde debe bombearse el agua. En nuestro caso se ha encontrado agua a una profundidad de diez



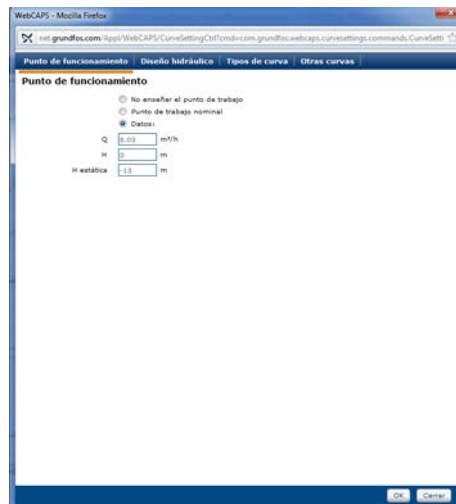
*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

metros, a esto hay que sumarle el punto más alto de bombeo que en nuestro caso es el depósito de almacenamiento de agua que tendrá una altura de tres metros, por lo que la altura será de trece metros.

En el caso del caudal se ha calculado previamente se necesitan  $40,14 \text{ m}^3/\text{día}$ , como es lógico este caudal no puede ser extraído durante las 24 horas que dura el día ya que nuestra tecnología solo funciona en horas de sol. Se decide que todo el agua que se necesita durante un día se extraiga en cinco horas de funcionamiento de la moto-bomba, lo que deja un caudal en  $(\text{m}^3/\text{h})$  de  $8,03 \text{ m}^3/\text{h}$ .

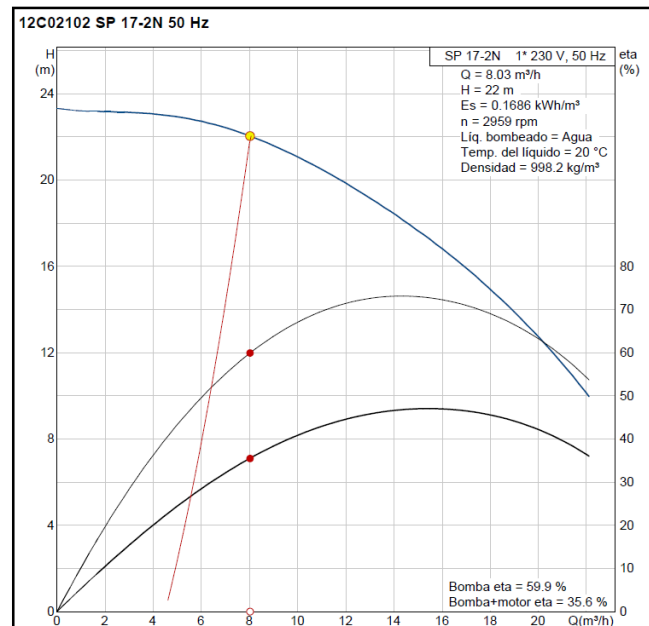
La moto-bomba elegida es una Grundfos *SP 17-2N*, se trata de una moto-bomba con un motor AC y una bomba centrífuga sumergible de potencia nominal  $2,2 \text{ KW}$  y un caudal nominal de  $17 \text{ m}^3/\text{h}$ . Posteriormente al cálculo de la altura se efectuaran comprobaciones para corroborar la correcta elección de la moto-bomba.

Introducimos nuestros cálculos en el programa:



**Figura 7.-** Introducción de datos en el programa de Grundfos.

Obtenemos una gráfica con la altura óptima de bombeo y el rendimiento tanto de la bomba como del conjunto moto-bomba:



**Figura 8.-** Gráfica resultante de la bomba SP17-2N.

Como se puede observar en la gráfica la curva de color azul relaciona el caudal con la altura óptima, para un caudal establecido previamente de  $8,03 \text{ m}^3/\text{h}$ , lo único que hay que hacer es tirar una vertical que corte la curva azul (punto amarillo) y obtenemos la altura hidráulica de bombeo ideal para la moto-bomba Grundfos SP 17-2N, que es de 22 metros. Si nos fijamos en la parte inferior derecha de la gráfica también aparece el rendimiento de la bomba (59,9%) y el rendimiento del sistema moto-bomba (35,6%).

### **1.7.1.3 Selección de la configuración moto-bomba:**

Para los cálculos de energía hidráulica así como dimensionamiento del generador necesitamos saber el dato del rendimiento del conjunto moto-bomba que puede ser extraída de la tabla anteriormente adjunta.

Si nuestra instalación tiene:

- $PVC < 150 \text{ m}^4/\text{día}$ . Configuración: motor CC + bomba centrífuga superficial.
- $150 \text{ m}^4/\text{día} < PVC < 1500 \text{ m}^4/\text{día}$ . Configuración: motor AC + bomba centrífuga sumergible.

$$PVC = Q \cdot H_{TE} \text{ (m}^4/\text{día)}$$



$$PVC = 40,14 \cdot 22 = 883,08 \text{ (m}^4\text{/día)}$$

Nuestra instalación deberá contar con una configuración moto-bomba de motor AC + bomba centrífuga sumergible, tal y como es nuestra moto-bomba previamente elegida Grundfos SP 17-2N. Cuyo rendimiento según la **tabla 7** es de  $\eta_{MB} = 32\%$ , pero al realizar el cálculo de la altura en el programa de Grundfos obtenemos el propio rendimiento de la moto-bomba,  $\eta_{MB} = 35,6\%$  (**Figura 7**). Este será el rendimiento que se usará en los cálculos.

#### **1.7.1.4 Cálculo de la energía hidráulica y energía eléctrica de la moto-bomba:**

El cálculo de la energía hidráulica nos muestra el gasto que tendrá nuestra instalación en (*Wh/día*). Dentro del consumo de energía se debe tener en cuenta el autoconsumo que realizan los aparatos electrónicos como el inversor en nuestro caso o el regulador en caso de usar baterías. Pero se presenta un problema, la elección de inversor se realiza en función de la potencia pico. No obstante el autoconsumo que realiza el inversor suele ser del valor del 1% del total de la energía hidráulica.

Por consiguiente realizaremos un primer cálculo de la energía hidráulica para tener un valor muy aproximado de la energía consumida, posteriormente calcularemos el valor de pico de la potencia de nuestra instalación, elegiremos el inversor en función de esa potencia, obtendremos el autoconsumo del inversor y repetiremos el cálculo de potencia pico una vez lograda la energía hidráulica total para saber si se cumplen los requisitos mínimos. **Utilizamos las ecuaciones (4 y 6)**

$$E_H = K \cdot Q_d \cdot H_{TE} = 2,725 \cdot 40,14 \cdot 22 = 2406,393 \text{ (Wh/día)}$$

$$E_{MB} = \frac{K \cdot Q_d \cdot H_{TE}}{\eta_{MB}} = \frac{2,725 \cdot 40,14 \cdot 22}{0,356} = 6759,53 \text{ (Wh/día)}$$



### **1.7.1.5 Dimensionamiento del generador fotovoltaico:**

Dentro de este apartado seleccionaremos el mes de dimensionamiento en función de los datos de irradiancia proporcionados. Conseguimos los datos de irradiación media mensual tras introducir los datos de altitud y latitud para fijar la posición geográfica (Latitud: 38.7371, Longitud: -3.01468 38° 44' 14'' Norte, 3° 0' 53'' Oeste).

Location: 38°44'13" North, 3°0'53" West, Elevation: 880 m a.s.l,

Nearest city: Solana (la), Spain (30 km away)

Land cover class: agro-forestry areas (CLC244)

Optimal inclination angle is: 34 degrees

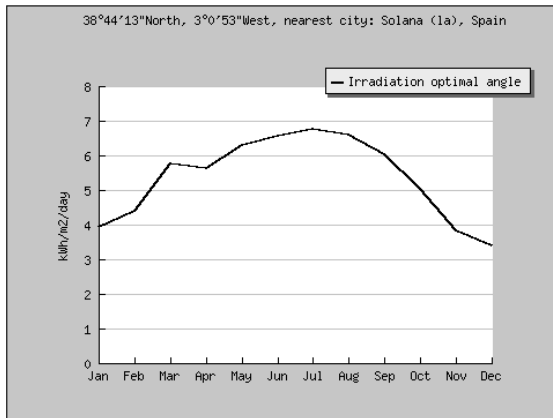
Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Irradiation at inclination: (Wh/m <sup>2</sup> /day)
	Opt. angle
Jan	3934
Feb	4393
Mar	5750
Apr	5634
May	6289
Jun	6573
Jul	6777
Aug	6600
Sep	6044
Oct	5028
Nov	3849
Dec	3390
<b>Year</b>	<b>5361</b>

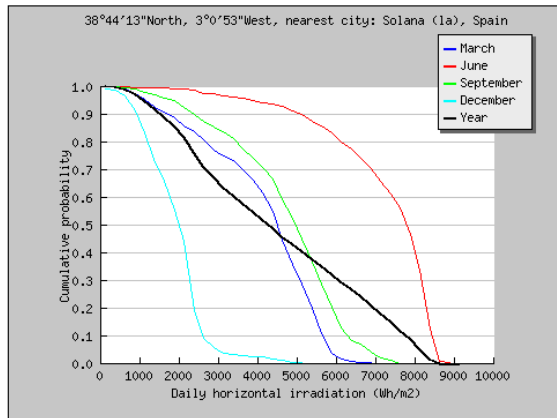
**Tabla 9.- Irradiancia media de cada mes y del año.**



*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*



**Figura 9.-** Ángulo óptimo de inclinación de cada mes.



**Figura 10.-** Porcentaje de irradiación.

Registrando los valores de la tabla y de ambas gráficas podemos comprobar que el mes más desfavorable dentro de nuestro periodo de dimensionamiento es septiembre con una irradiancia media diaria de  $6044 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$  y que nuestro ángulo de inclinación óptimo es de 34 grados con orientación sur. Este ángulo nos indica hacia donde debemos orientar nuestros paneles fotovoltaicos para conseguir la mayor captación de irradiación solar. **Utilizamos la ecuación (11).**

Ahora calculamos la potencia pico de la instalación

$$P_p = \frac{E_h}{\eta_{mb}} \cdot \frac{G_{CEM}}{F_m (1 - \delta(T_c - 25)) \cdot G_{dm}}$$

$$P_p = \frac{2406,393}{0,356} \cdot \frac{1000}{0,9(1 - 0,005(40 - 25))6044} = 1343,4 \text{ Wp}$$

Una vez calculada la potencia pico de nuestro sistema y como se ha comentado anteriormente, tenemos que tener en cuenta el autoconsumo del inversor, el inversor elegido es GMS 1800 de la marca I.REP.SOL. (en la elección de equipo se darán más datos de la elección de este inversor). Este inversor consume un máximo de  $28,8 \text{ Wh/día}$  según el fabricante, así que calculamos el consumo total:

$$E_{MB} = 6759,53 + 28,8 = 6788,33 \text{ Wh/día}$$

$$P_p = 6788,33 \cdot \frac{1000}{0,9(1 - 0,005(40 - 25))6044} = 1349,13 \text{ Wp}$$

Esta es la verdadera potencia pico que tendrá el sistema.





### **1.7.2 Elección del equipo:**

Una vez calculado el valor de potencia pico de la instalación ya podemos elegir todos los aparatos que configurarán nuestra instalación fotovoltaica. Los principales elementos que la forman son:

- Módulos fotovoltaicos
- Inversor DC/AC
- Moto-bomba
- Tuberías
- Conductores
- Protecciones
- Manómetro
- Contador de agua
- Válvula estranguladora
- Depósito de agua

Las condiciones que deben cumplir estos aparatos para ofrecer un correcto funcionamiento dentro de una explotación normal de funcionamiento son dispares. A continuación describiremos las condiciones que se deben respetar a la hora de elegir cada elemento.

**Módulo fotovoltaico:** Como este elemento es el primero que debemos seleccionar tenemos que fijarnos en la potencia pico que necesita aportar el generador y por lo tanto los módulos fotovoltaicos. La configuración establecida serie-paralelo debe avalar una potencia superior a la potencia pico calculada anteriormente.

El inversor DC/AC tiene que garantizar al igual que el módulo fotovoltaico que está diseñado para soportar una potencia superior a la calculada en la instalación. La tensión de salida del inversor debe coincidir con la tensión del motor.

La disposición moto-bomba debe cumplir varios requisitos, la parte del motor debe ofrecer una potencia superior a la potencia que ha sido obtenida en el apartado anterior. La tensión de entrada del motor tiene que ser la misma que la salida del inversor. La bomba centrífuga debe tener un caudal nominal de bombeo superior a los datos conseguidos en los cálculos realizados.



### **1.7.2.1 Módulo fotovoltaico:**

El módulo fotovoltaico elegido para realizar la función de generador en esta instalación es un “Mitsubishi Electric” modelo “PV-MLT260HC” de 260 Wp.

Calculamos cuantos paneles habrá que instalar para satisfacer las necesidades eléctricas.

$$n^{\circ}p = \frac{1349,13W}{260W} = 5,189$$

Como se puede observar se necesitan más de cinco paneles, el número entero superior es seis.

$$P_{instalación} = 6 \cdot 260W = 1560W$$

Con seis paneles conectados en serie se consigue una potencia de 1506W, mayor a la potencia pico, por consiguiente es correcto este diseño.

A continuación detallamos sus principales características:



## Trabajo Fin de Grado.

### Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.

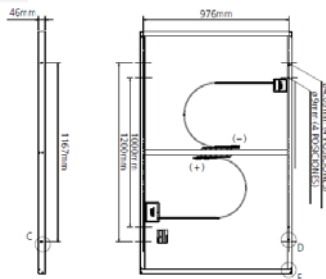
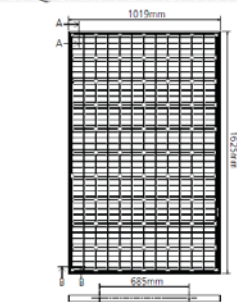
#### MÓDULOS FOTOVOLTAICOS MITSUBISHI ELECTRIC

##### ESPECIFICACIONES

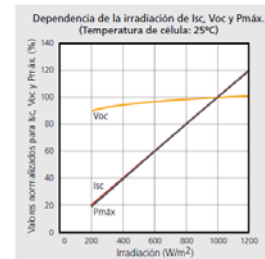
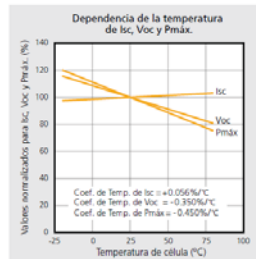
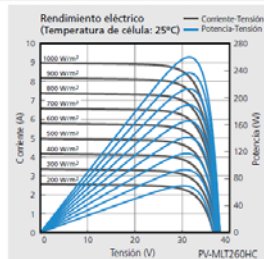
Fabricante	MITSUBISHI ELECTRIC			
Modelo	PV-MLT265HC	PV-MLT260HC	PV-MLT255HC	PV-MLT250HC
Tipo de célula	Célula Monocristalina Half Cut, 78 x 156 mm			
Número de Células	120 células			
Funcionamiento en condiciones estándar				
Potencia Máxima (P <sub>máx</sub> )	265W	260W	255W	250W
Potencia mínima garantizada	257.1W	252.2W	247.4W	242.5W
Tolerancia de la potencia máxima	+/-3% (La P <sub>máx</sub> media de cada par de módulos tiene tolerancia positiva)			
Tensión en vacío (V <sub>oc</sub> )	38.2V	38.0V	37.8V	37.6V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	9.08A	8.98A	8.89A	8.79A
Tensión MPP (V <sub>mpp</sub> )	31.7V	31.4V	31.2V	31.0V
Corriente MPP (I <sub>mpp</sub> )	8.38A	8.29A	8.18A	8.08A
Funcionamiento a NOCT (800W/m <sup>2</sup> )*				
Potencia Máxima (P <sub>máx</sub> )	191W	187W	184W	180W
Tensión en vacío (V <sub>oc</sub> )	34.7V	34.5V	34.4V	34.2V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	7.35A	7.27A	7.20A	7.12A
Tensión MPP (V <sub>mpp</sub> )	28.5V	28.3V	28.1V	27.9V
Corriente MPP (I <sub>mpp</sub> )	6.70A	6.63A	6.54A	6.46A
Temperatura nominal de servicio (NOCT)	47°C			
Tensión máxima del sistema	1000V			
Fusible	15A			
Dimensiones	1625 x 1019 x 46mm			
Peso	20kg			
Conexión	(+) 800mm (-) 1250mm con conector MC4 (PV-KTB4 / 6II-UR, PV-KST4 / 6II-UR) El cable cumple con la norma TÜV 2 PIG 1169/08. 2007			
Eficiencia	16.0%	15.7%	15.4%	15.1%
Embalaje	2 piezas por caja			
Certificados	Satisface IEC 61215 2a Edición (prueba de carga estática de 5400Pa superada, equivale a 550Kg/m <sup>2</sup> de carga uniformemente distribuida), IEC 61730			
Calidad garantizada	10 años: 90% potencia mínima de salida / 25 años: 80% potencia mínima de salida			

\*Medida a 800W/m<sup>2</sup>, temp ambiente 20°C, velocidad del viento 1m/s

##### ESQUEMAS Y DIMENSIONES



##### DATOS DE POTENCIA



Mitsubishi Electric Europe, B.V.  
Sucursal de España  
Ctra. de Rubí, 76-80 Apdo. 420  
E-08174 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)  
Phone: +34 902 400 744  
www.mitsubishielectric.es

Su vendedor autorizado es:

Edición 04'11  
PVMONMLT11



En **Mitsubishi Electric** queremos colaborar con usted para preservar el **medio ambiente**.  
Por eso, le recomendamos que cuando este folleto ya no le sea útil, lo deposite en un contenedor de papel para reciclar.




**Tabla 10.- Datos técnicos del panel solar PV-MLT260.**



### 1.7.2.2 Inversor DC/AC:

El inversor elegido es un inversor senoidal GMS 1800 de la marca I.REP.SOL. Este inversor cumple con las especificaciones anteriormente descritas. En la siguiente tabla se aprecian sus principales características.


**I.REP.SOL.**  
 Ingeniería y Reparaciones Solares, S.L.

**FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR SENOIDAL GMS 1.800 W**

CARACTERÍSTICAS	GMS 1.800/12	GMS 1.800/24
<b>Físicas</b>		
Largo	500mm.	
Ancho	292mm.	
Alto	187mm.	
Peso	20Kg	
<b>Constructivas</b>		
Base	Aluminio	
Tapa	Chapa de acero galvanizado	
Pintura	Epoxi al horno	
Grado de estanqueidad	IP42	
Tropicalización de los circuitos	Si	
<b>Eléctricas</b>		
Forma de onda de salida	Senoidal pura	
Voltaje nominal de entrada	12 V	24 V
Rango de tensión de entrada	10 - 16	20 - 32
tensión nominal de salida	230 ó 120 Vac	
Potencia nominal continua	1.800 W	
Potencia de pico	3.000 W pico	
Variación de tensión de salida	≤ 4%	
Frecuencia nominal	50 ó 60 Hz	
Variación de la frecuencia de salida	< 1 %	
Rendimiento con carga resistivas	86% < $\eta$ < 96%	
Distorsión armónica ( Carga resistiva )	≤ 3%	
Autoconsumo en búsqueda de carga	< 100 mA	
Rango operativo de temperatura ambiente	-10 a 50°C a carga nominal	
<b>Sobrecarga admitida ( etapa de potencia 45°C )</b>		
85%	5 segundos	
50%	1 minuto	
25%	5 minutos	
<b>Alarmas</b>		
Baja y alta tensión en batería, cortocircuito, sobrecarga	Led, acústica y pantalla	
<b>Protecciones</b>		
Protección contra polaridad inversa	Si, mediante Fets de entrada	
Protección contra sobrecarga	Si temporizada en función de la potencia suministrada	
Protección contra cortocircuito	Si	
Protección contra sobretemperatura	Si	
Protección contra baja / alta tensión en batería	Si	
Rearme desconexión corto-sobrecarga	Automático ( solo bajo pedido )	
Rearme desconexión baja / alta tensión en batería	Automático	
Rearme desconexión sobretemperatura	Automático	
Ventilación	Si controlada por temperatura y potencia	
<b>Accesorios</b>		
Rele de arranque / paro ( 2 hilos ) max. 2 Amp	Si por batería baja y por demanda de potencia	
Interruptor a distancia ( 2 hilos )	Si máximo 10 metros	
Control y visualización a distancia **	Si 1 Km.	
<b>Fusibles</b>		
Fusible aconsejable ( no suministrado )	200 A	100 A

Todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

**WWW.IREPSOL.ES**

Todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

WWW.IREPSOL.ES

Tabla 11.- Datos técnicos del inversor GMS 1800.




*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

### **1.7.2.3 Moto-bomba:**

Comprobamos que la elección de la moto-bomba previamente realizada para calcular la altura de bombeo es correcta puesto que nuestra moto-bomba tienen una potencia nominal de 2,2 KW superior a la potencia pico de la instalación y la salida del inversor es del mismo voltaje que el motor (230V).

La moto-bomba elegida marca Grundfos, modelo SP 17-2N, es una bomba sumergible diseñada para el suministro de agua para riego y agua potable.

Posición	Contar	Descripción	Precio unit.
	1	<b>SP 17-2N</b>  Advertencia! la foto puede diferir del actual producto Código: 12C02102 Bomba sumergible multicelular para suministro de agua sin tratar, descenso del nivel freático aumento de presión. La bomba es adecuada para aplicaciones con líquidos agresivos. Toda la bomba es de Acero inoxidable DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4401. El motor es un motor 1-fásico del tipo encapsulado con protección contra arena, cojinetes lubricados por el líquido y diafragma compensadora de presión. <b>Líquido:</b> Líquido bombeado: Agua Temp. líquido máx. a 0.15 m/seg: 40 °C <b>Técnico:</b> Velocidad para datos de bomba: 2900 rpm Caudal nominal: 17 m³/h Altura nominal: 15 m Cierre mecánico del motor: SIC/SIC Tolerancia de curva: ISO9906 <b>Materiales:</b> Bomba: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316 Impulsor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316 Motor: Acero inox. DIN W.-Nr. 1.4539 AISI 904 L <b>Instalación:</b> Descarga: Rp 2 1/2 Diámetro del motor: 4 inch <b>Datos eléctricos:</b> Tipo de motor: MS4000 CSCR Potencia nominal - P2: 2.2 kW Frecuencia de alimentación: 50 Hz Tensión nominal: 1 x 220-230 V Tipo de arranque: directo Corriente nominal: 14.6-14.0 A Cos phi - Factor de potencia: 0.96-0.96	Bajo pedido



*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

Posición	Contar	Descripción	Precio unit
		Velocidad nominal: 2850-2870 rpm Grado de protección (IEC 34-5): 58 Clase de aislamiento (IEC 85): F Transmisor de temp. incorporado: no	
		Otros:	
		Peso neto: 23 kg	
		Peso bruto: 24 kg	
		Volumen: 0.02 m3	

**Figura 11.-** Datos técnicos de la moto-bomba SP17-2N.

#### **1.7.2.4 Tuberías:**

La elección de las tuberías que transportarán el agua desde el punto de extracción hasta el depósito acumulador debe tener en cuenta dos datos principales. El caudal a extraer y la altura de extracción. Nuestro caudal de extracción diario es de  $8,03 \text{ m}^3/\text{h}$  con una altura de 22 metros, también se debe tener en cuenta el diámetro máximo que permite la bomba, en nuestro caso según datos del fabricante es de 131 mm.

En este proyecto se ha decantado por unas tuberías de PVC, ya que:

- Es un material resistente a la mayor parte de los agentes químicos y presenta un comportamiento óptimo a frente a impactos.
- Reducen las pérdidas de carga en las tuberías frente a las convencionales.
- No forman incrustaciones.
- Son fáciles de instalar por la facilidad de ensamblar, cortar y su reducido peso, lo que las hace ideales para instalaciones enterradas.
- Son inalterables frente a la acción de terrenos agresivos.
- No son inflamables y son autoextingibles.

Elegimos tuberías de PVC de la empresa Plastifer S.A.



Fabricada según norma UNE EN 1452. Tubería apta para el transporte de agua a presión, enterrada o no en el exterior e interior de la estructura de los edificios, destinada al consumo humano y para usos generales.

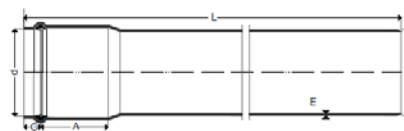
Color gris oscuro RAL 7011.

**SISTEMA RIEBER:** La tubería se suministra con la junta firmemente integrada durante su fabricación.



*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

D (mm)	d min. (mm)	A min. (mm)	Cmin. (mm)
90	90.4	61	36
110	110.5	64	40
125	125.5	66	42
140	140.6	68	44
160	160.6	71	48
200	200.7	75	54
250	250.9	81	62
315	316.1	88	72



**Tabla 12.- Medidas de la tubería en función del tamaño.**

Dentro de las necesidades anteriormente descritas y teniendo en cuenta el caudal, altura y diámetro máximo de la bomba. Elegimos la configuración de 90 mm de diámetro, el cuál presenta las siguientes características:

Características mecánicas		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Resistencia al impacto a 0°C (Método de la esfera de reloj)	TIR<10%	UNE EN 744 Método de ensayo de resistencia a choques externos por el método de la esfera de reloj.
Resistencia a la presión interna 20°C 1 hora (Esfuerzo circunferencial: 42 Mpa)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Resistencia a la presión interna 20°C 100 horas (Esfuerzo circunferencial 35 Mpa)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Resistencia a la presión interna 60°C 1000 horas (Esfuerzo circunferencial 12.5 Mpa)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Resistencia a corto plazo para los tubos con embocadura integrada (Dn≥90 mm Presión (bar)=4.2[Pn], Dn<90mm Presión (bar)=3.36[Pn], 20°C 1 hora)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Características físicas		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat	≥80°C	UNE EN 727 Determinación de la temperatura de reblandecimiento vicat.
Retracción longitudinal en caliente	≤ 5%	UNE EN 743 Retracción longitudinal. Métodos de ensayo y parámetros.
Resistencia al diclorometano	Sin ataque	UNE EN 580 Método de ensayo para la resistencia al diclorometano a una temperatura especificada (DCMT).
Características químicas		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Características químicas	≤1ppm	UNE EN ISO 6401 Materiales plásticos. Determinación del cloruro de vinilo
Requisitos funcionales		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Estanqueidad a presión hidrostática interna a corto plazo	Sin fugas	UNE EN 13845 Método de ensayo de estanqueidad a presión interna y con desviación angular.
Estanqueidad a presión negativa de aire a corto plazo	≤0.05 bar	UNE EN 13844 Método de ensayo de estanqueidad a presión negativa.
Estanqueidad a presión hidrostática interna a largo plazo	Sin fugas	UNE EN 13846 Método de ensayo de estanqueidad a largo plazo con presión hidráulica interior.

**Tabla 13.- Características específicas de la tubería de PVC.**



### 1.7.2.5 Conductores:



Buscamos la situación más desfavorable para sobredimensionar el conductor y asegurarnos un correcto funcionamiento en las peores situaciones. A la hora de calcular la sección del conductor introducimos la corriente más alta que se produce en el motor que es la corriente de arranque, esta corriente se produce en los primeros instante de la puesta en marcha del motor y según datos del fabricante es 4,4 veces más alta que la corriente nominal de servicio y por lo tanto la más restrictiva para realizar nuestro cálculo. **Utilizamos la ecuación (13).**

$$\Delta V = 230(V) \cdot 0,01 = 2,3(V)$$

Como nuestra intención es seleccionar una cable de cobre aislado por PVC vemos en la **tabla 8** que la temperatura de funcionamiento de una cable de cobre aislado por PVC es de 70°C.

$$s = \frac{2 \cdot 22,5 \cdot 61,6 \cdot 0,96}{47 \cdot 2,3} = 24,617 \text{ mm}^2$$

Una vez obtenida la sección idónea del conductor llevamos este dato a las tablas ofrecidas por el ministerio para las redes subterráneas para distribución en baja tensión(ITC-BT-07).

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1)(2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
	6	72	70	63	66	64
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	325	325	290	310	305	265
120	380	372	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

**Tabla 14.- Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada.**





Buscamos la sección inmediatamente mayor que más se acerque a la nuestra, porque también hay que buscar la opción más económica, y encontramos un cable de cobre de sección  $25(\text{mm}^2)$ . Elegimos un cable unipolar con aislamiento de PVC y una corriente máxima admisible de  $140(\text{A})$ .

Comprobamos que la corriente máxima del conductor supera nuestra corriente máxima, en nuestro caso la corriente de arranque del motor.

$$140(\text{A}) > 61,6(\text{A})$$

Como puede observarse nuestra elección del conductor de cobre unipolar de  $25(\text{mm}^2)$  de sección aislado con PVC es correcta.

### **1.7.2.6 Protecciones:**

Optamos por un magnetotérmico como protección para que proteja la instalación contra cortocircuitos y sobrecargas que pueden producirse.

Encontramos una serie de magnetotérmicos en la empresa Direct-electro S.L, marca EPP, modelo DE LS63.

#### **Datos técnicos**

Nº de Polos	1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P
Tensión nominal	230/400V
Calibres (A)	1, 2, 3, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Curvas	B, C, D
Int. corto circuito (Icn)	10 kA
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Limitación de energía	Clase 3
Tensión de impulso	6,2 kV
Vida electo-mecánica	8000
Tipo de terminal	Tornillo, borne de caja
Capacidad borne	Conductor rígido hasta $25\text{mm}^2$
Par de apriete	2,0 Nm
Fijación	Carril DIN 35mm / tornillos
Normas	IEC60898, CE, SEMKO, KEMA

**Tabla 15.- Datos técnicos magnetotérmico DE LS63.**



Elegimos como primera opción un magnetotérmico de:

- un polo
- tensión nominal 230V
- frecuencia 50 Hz
- Intensidad nominal 50 A

Y comprobamos si es correcta nuestra elección: **Utilizamos ecuaciones (14, 15, 16)**

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_N$$

Según el catálogo del fabricante la corriente nominal de funcionamiento del motor es de  $14\text{ A}$ , por lo que se usara este valor como  $I_B$ , pues es el valor máximo de corriente que garantiza un correcto funcionamiento del motor.

$$14 \leq 50 \leq 140$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 50 = 72,5\text{ A}$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot 140 \quad I_2 \leq 203\text{ A}$$

$$72,5 \leq 203\text{ (A)}$$

Como puede observarse la elección del magnetotérmico es correcta. Por consiguiente la protección que se instalará en este sistema será un magnetotérmico EPP, modelo DE LS63 C-1P-50.

#### **1.7.2.7 Manómetro:**

El manómetro se encargará de realizar de manera continuada la medida de la presión que existe dentro de las tuberías al realizarse la extracción de agua desde el pozo al depósito acumulador mediante el conjunto moto-bomba. gracias a la colocación de este manómetro podremos hacer un seguimiento de la presión para evitar cualquier posible avería correspondiente con la bomba o cualquier fuga procedente de las tuberías.



*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

El manómetro seleccionado es un manómetro digital ECO1, este manómetro mide la presión dos veces por segundo. En su pantalla digital aparece la presión instantánea así como el valor máximo o mínimo global.



**Figura 12.-** Manómetro ECO1.

ESPECIFICACIONES	
Alimentación	Pila 3 V - CR 2430
Conexión de presión	7/16"-20 UNF (adaptador G 1/4" Macho incluido)
Dimensiones (Ancho x Alto x Prof.)	59 x 95 x 32 mm
Opciones	Goma de protección y bolsa de transporte
Precisión	0,5%FE típica / 1%FE máxima
Protección	IP65
Rango de temperatura	0...50 °C
Rangos de Presión	(-1...30bar 0...300bar)
Resolución	10 mbar 100 mbar
Sobrepresión máxima	60 bar 400 bar
Versión ATEX	Versión seguridad intrínseca, 94/9/CE (ATEX 100a)
Vida útil de la pila	1000 horas en operación continua

**Tabla 16.-** Datos técnicos del manómetro ECO1.

### **1.7.2.8 Contador de agua:**

Es necesario tener un contador de agua para saber en todo momento que el proceso funciona bien y que la bomba está extrayendo el agua al volumen establecido, para este proyecto se va a instalar un contador de agua ZENNER, modelo ETK-N-C.



**Figura 13.-** Contador de agua ZENNER.



### **1.7.2.9 Válvula de paso:**

Es importante la colocación de una válvula de paso para controlar en todo momento y de manera manual el paso de agua del interior del pozo al depósito acumulador, de esta manera ante cualquier fallo eléctrico o mecánico podrás cerrar el paso de agua.



**Figura 14.-** Válvula de paso.

### **1.7.2.10 Depósito acumulador:**

El depósito acumulador tiene la función de almacenar el agua que es extraída a través de la bomba, ya que no todo el agua extraída es consumida inmediatamente. Se trata de un depósito vertical con tapa abierta para poder recoger agua en días de lluvia, este depósito es de la empresa Plarex S.L y tienen las siguientes medidas en función de su volumen.

	Altura (metros)							
Dímetro (metros)	1.20	1.30	1.50	1.70	2.00	2.50	2.75	3.00
Capacidad (litros)								
1000	1.10							
2000	1.75							
3000	2.70	2.30						
4000		3.00	2.25					
5000			2.85	2.20				
6000			3.40	2.70				
8000				3.50	2.60			
10000					3.20			
12000					3.80			
15000					4.80	3.05		
20000						4.10	3.35	
25000						5.10	4.20	3.55
30000							5.50	4.25
35000								4.95

**Tabla 17.-** Dimensiones del depósito en función de la capacidad.

La elección realizada es el depósito vertical de 35000 litros con una altura de 3 metros y un diámetro de 4,95.



*Trabajo Fin de Grado.*

*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

## 2 Anexos

# INVERSOR SENOIDAL GMS

MANUAL DE USUARIO



**Ingeniería y Reparaciones Solares, S.L.**  
**C/ Valle de Tobalina, 52, Nave 7**  
**28021 Villaverde Alto, Madrid.**  
**Telf / Fax: 917975346**  
**<http://www.irepsol.es>**

**LEA DETENIDAMENTE ESTE MANUAL ANTES DE CONECTAR EL EQUIPO**

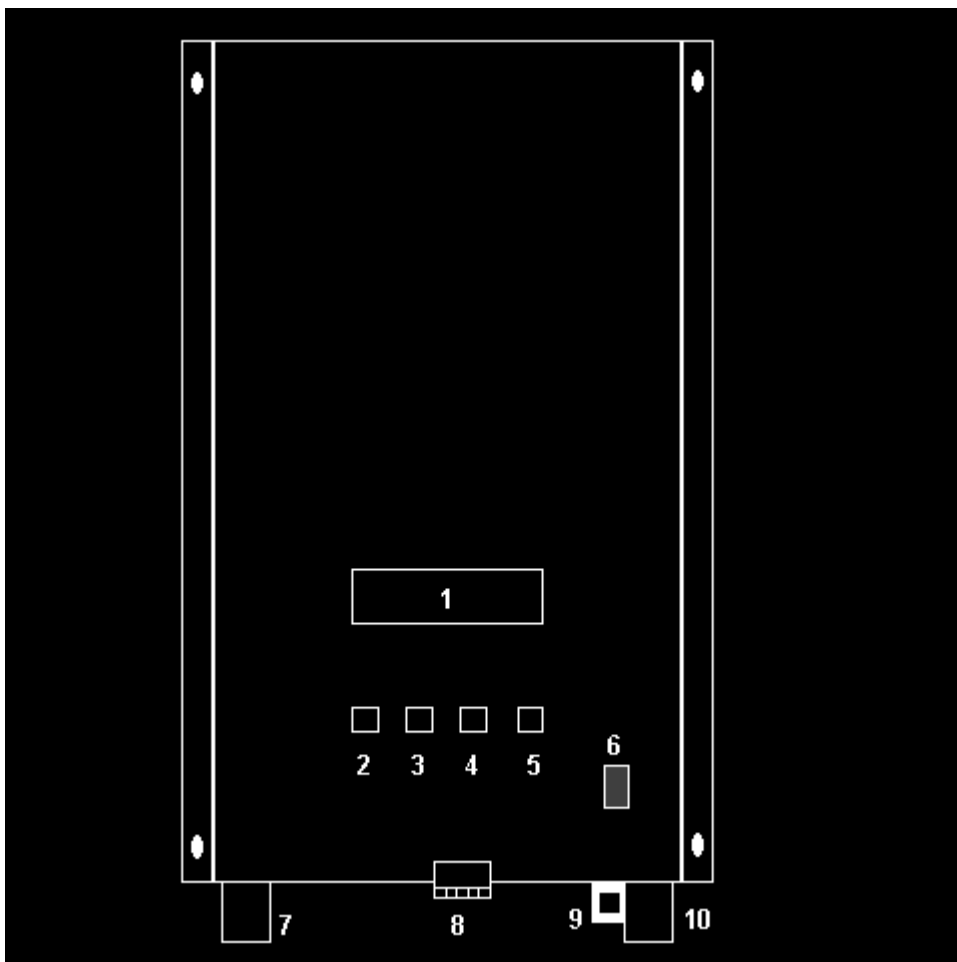
## INDICE

1.- Descripción del frontal.....	3
2.- Descripción del Inversor.....	4
3.- Instalación del inversor.....	4
4.- Encendido y puesta en marcha.....	5
5.- Apagado.....	5
6.- Mantenimiento.....	5
7.- Funcionamiento del inversor.....	5
8.- Señalizaciones e indicaciones.....	6
9.- Protecciones del inversor.....	6
10.- Precauciones.....	7
11.- Display.....	7
12.- Baterías.....	7
13.- Relé de arranque.....	8
14.- Programación y ajustes de Instalador.....	8
15.- Fichas técnicas.....	11
16.- Garantía.....	12

**CONECTAR SOLO POR PERSONAL AUTORIZADO SEGÚN  
NORMAS DE REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA  
TENSIÓN (R.E.B.T.)**

## 1.- DESCRIPCIÓN DEL FRONTAL

En la figura se muestra una vista frontal del inversor, con todos los elementos disponibles para el usuario.



- 1.- Display.
- 2.- Pulsador Intro / Led Encendido.
- 3.- Pulsador Avance / Led Búsqueda.
- 4.- Pulsador ↑ / Led Batería Baja.
- 5.- Pulsador ↓ / Led Equipo Desconectado.
- 6.- Interruptor de puesta en marcha
- 7.- Cable Positivo de Batería.
- 8.- Conector Mando a distancia y Relé arrancador de Grupo.
- 9.- Manguera salida de CA.
- 10.- Cable negativo de Batería.

**El Inversor debe ser conectado solo por personal cualificado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (R.E.B.T.)**

**Así mismo es imprescindible y de obligado cumplimiento un elemento de protección en la línea de alimentación del INVERSOR, en función de la capacidad máxima de corriente del mismo.**



## 2.- DESCRIPCION DEL INVERSOR

El **GMS** es un inversor de CC/CA de onda senoidal pura diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, esta controlado por un microprocesador.

El equipo tiene una salida en corriente alterna a un voltaje de 230Vca-50Hz (disponible bajo pedido 120Vca-60Hz) a partir de una tensión de batería de 12, 24, 36 y 48Vcc. (consultar otras tensiones bajo pedido)

Esta construido en configuración de puente completo y dispone de control PWM.

Además de alarma acústica y Leds de señalización, el **GMS** dispone de una pantalla digital que permite ver todos los valores tales como tensión de batería, intensidad de corriente de entrada ... etc.

El equipo es capaz de suministrar un pico de arranque a frigoríficos, lavadoras, bombas sumergibles, depuradoras etc. sin ninguna dificultad.

El mismo inversor se autoprotege contra inversión de polaridad, cortocircuito, sobrecarga, sobretemperatura, batería baja y alta.

El **GMS** se reconecta automáticamente cuando las causas que lo hicieron desconectarse desaparecen (batería baja o alta, sobretemperatura). Si detecta cortocircuito o sobrecarga se produce una desconexión del equipo teniendo que rearmar manualmente tras la eliminación del problema.

El inversor **GMS** dispone de un sistema de búsqueda de carga.

La búsqueda de carga es un estado de detección mediante que el inversor reduce su consumo al mínimo, en espera de un consumo igual o mayor a la fijada para su activación. Cuando la detecta, el inversor arranca con una rampa suave pasando a su funcionamiento normal. Si el consumo cae por debajo del límite fijado, pasado 5 segundos el inversor pasa de nuevo al estado de búsqueda. Se puede ajustar el mínimo de arranque mediante una pantalla, más adelante indicaremos como hacerlo. Si se conecta un consumo de potencia inferior a la prefijada, el inversor lo alimentará una vez por segundo.

El inversor GMS tiene una borna para un arranque remoto hasta un máximo de 10 metros.

Como prestación opcional (bajo pedido), el **GMS** permite su puesta en marcha desde 1Km de distancia.

Dispone también de un relé de arranque de grupo por batería baja así como por potencia, mas adelante indicaremos como hacerlo

## 3.- INSTALACION DEL INVERSOR

**El Inversor debe ser conectado solo por personal cualificado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (R.E.B.T.)**

**Así mismo es imprescindible y de obligado cumplimiento un elemento de protección en la línea de alimentación del INVERSOR, en función de la capacidad máxima de corriente del mismo.**

El inversor se ha de colocar sobre una superficie vertical, con los cables de conexión hacia abajo y con al menos **20** cm de espacio libre en la parte inferior y superior con el fin de tener una ventilación adecuada. Se recomienda que se coloque a una altura suficiente como para que este fuera del alcance de los niños.

Para la conexión eléctrica el inversor dispone de tres pasacables de salida colocados en su parte inferior.

Dichos pasacables corresponde a lo siguiente:

- Un cable rojo para la conexión a positivo de batería.
- Un cable negro para la conexión a negativo de batería.
- Una manguera de 3 hilos para la conexión de alterna.

Antes de conectar el inversor asegúrese que el interruptor de ON/OFF se encuentre en la posición de OFF, después conecte de la siguiente forma:

**Recuerde que el Inversor tiene en su interior unos condensadores, cuando conecte el Inversor a la batería se producirá un chispazo por la carga de los mismos.**

**Se recomienda encarecidamente no fumar ni producir chispas cerca de la batería.**

**Antes de conectar el inversor, sople fuertemente alrededor de la batería para que los gases (hidrógeno, etc.) que produce la misma, se disipen en el resto del aire.**

- Conecte los cables de alterna al diferencial externo (la tierra y el neutro están conectados al chasis del inversor).
- 
- Conecte el cable negativo (negro) al terminal negativo (-) de la batería. Recuerde que el inversor tiene en su interior unos condensadores, por lo que cuando se conecte a batería se producirá un chispazo por la carga de los mismos.
- 
- Conecte el cable positivo (rojo) al terminal positivo (+) de la batería.

## RECUERDE COLOCAR UN ELEMENTO FUSIBLE DE PROTECCIÓN EN EL CABLE DE ALIMENTACIÓN DEL INVERSOR

La tensión de salida de 230Vac es muy peligrosa. Siempre se debe instalar un **diferencial** a la salida del inversor para la protección de las personas.

Apague el inversor antes de manipular en la instalación.

### 4. ENCENDIDO Y PUESTA EN MARCHA

Compruebe que todas las conexiones están realizadas correctamente.

Encienda el inversor mediante el interruptor ON/OFF.

Accione el **Diferencial** (elemento imprescindible), así como Interruptor automático magnetotérmico de salida de alterna.

Si la carga conectada al inversor es mayor que la ajustada de fábrica, entonces el inversor arrancará y la tensión de salida subirá rápidamente hasta llegar a la tensión programada 230Vac.

### 5. APAGADO

Apague el interruptor ON/OFF del inversor

### 6. MANTENIMIENTO

El inversor **GMS** no precisa de ningún mantenimiento especial. Tan solo será necesaria una limpieza de la caja mediante un paño seco. No se debe emplear nunca para la limpieza del equipo ni alcoholes ni disolventes.

### 7. FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR

Después de encender el inversor este realizará un “iniciando equipo” que es una autocomprobación. Si se detecta algún error la causa de fallo se mostrará en el display (ejemplo : desconectado por batería baja) y a su vez con el leds correspondiente.

Después de la autocomprobación el voltaje de salida en alterna CA aumentará gradualmente desde 0 Vca hasta el valor nominal en un arranque suave. Si el inversor no detecta cargas superiores a las ajustadas, el inversor pasará al modo de detección de carga reduciendo su consumo y dando un pulso por segundo.

Si la tensión de la batería desciende por debajo de la prefijada, se activará la alarma acústica y el LED correspondiente a “batería baja” empezará a parpadear una vez por segundo. Tras pasar más de 3 segundos debajo de la tensión de corte por batería baja el led pasará a estar fijo, también se encenderá el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: “desconectado por batería baja”, parándose el inversor. Si el voltaje de la batería aumenta hasta llegar el valor de rearme de consumo, el inversor arrancará de forma automática apagándose ambos leds y desapareciendo el mensaje del display.

Si la batería sube a una tensión muy elevada, el inversor desconectará el consumo encendiéndose el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: “desconectado por batería alta”. Cuando esta alcance un valor inferior al prefijado el inversor arrancará de forma automática apagándose el LED y desapareciendo el mensaje del display.

Cuando se detecta una sobrecarga, el inversor tiene un tiempo máximo durante el cual alimenta la carga (el tiempo de suministro disminuye a medida que aumenta la sobrecarga, lo indica en pantalla ). Una vez transcurrido este tiempo, el inversor se desconectará, lo indica el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: “desconectado por sobrecarga” teniendo que rearmar manualmente tras la eliminación del problema.

Si se produce un cortocircuito en la salida del inversor este limita la potencia para protegerse, encendiendo el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: “desconectado por cortocircuito” teniendo que rearmar manualmente tras la eliminación del problema.

## 8. SEÑALIZACIONES E INDICADORES

El inversor **GMS** esta equipado con una pantalla de cristal liquido que muestra información acerca del estado de la instalación y del propio equipo. En el frontal existen 4 LEDs que indican ( de izquierda a derecha):

**Encendido** (verde) : Significa que el equipo tiene la batería conectada y esta en ON.

**Detección de carga** (verde) : Parpadea cuando el inversor se encuentra en búsqueda de carga y permanece fijo cuando se ha detectado carga.

**Batería baja** (amarillo) : Parpadea cuando está en alarma de batería baja al mismo tiempo una señal acústica indicará la alarma y permanece fijo cuando ha cortado por batería baja. Apareciendo un mensaje en la pantalla de “desconectado por batería baja”

**Desconexión** (rojo) : Está encendido cuando el inversor ha desconectado la salida de consumo por cualquier problema. **La pantalla indicará el motivo de la desconexión.**

En el display se muestra, en secuencia, información acerca de la instalación (voltaje e intensidad de entrada, voltaje e intensidad de salida, potencia de salida, potencia pico, temperatura máxima y mínima ...) y la razón por la que se ha desconectado el inversor, en su caso.

El circuito de detección de carga se ajusta en fábrica para activar una carga menor de **1%** de la nominal. Si se pretende alimentar un aparato de potencia menor lo mas seguro es que tenga problemas para arrancarlo. Para ello tendrá que acceder al menú de “Ajuste Búsqueda” y variar el valor de la pantalla, para que arranque cargas más pequeñas tiene que bajar el valor, pero puede darse la situación en la que el inversor posteriormente no permanezca en búsqueda, parpadeo del Led verde de “Búsqueda de Carga”.

El inversor tiene una pantalla para abrir o cerrar la tensión de salida si así se requiere.

## 9. PROTECCIONES DEL INVERSOR

### RECUERDE COLOCAR UN ELEMENTO FUSIBLE DE PROTECCIÓN EN EL CABLE DE ALIMENTACIÓN DEL INVERSOR

El inversor **GMS** esta protegido contra inversión de polaridad, cortocircuito, sobrecarga, sobretensión, batería baja y batería alta.

A continuación se describe con detalle cada una de las protecciones.

#### Protección contra sobrecarga.

Los inversores **GMS** son capaces de suministrar un pico de potencia del doble que la potencia nominal aunque no de forma continua. Los valores de los tiempos de funcionamiento bajo diferentes situaciones de sobrecarga se muestran en la tabla de características.

Transcurridos esos tiempos se produce la desconexión del equipo, encendiendo el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: “desconectado por sobrecarga” teniendo que rearmar manualmente tras la eliminación de la sobrecarga.

#### Protección contra cortocircuitos.

El inversor GMS esta protegido contra cortocircuito en la salida de 230Vac. Si le conectas más del doble de la nominal el inversor se protege creyendo que es un corto franco en la salida, haciendo un segundo arranque suave y si todavía persiste se desconectará encendiendo el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: “desconectado por cortocircuito” teniendo que rearmar manualmente tras la eliminación el cortocircuito.

#### Protección contra sobretensión.

Ya que el inversor no tiene un rendimiento del 100%, disipa la diferencia en forma de calor, especialmente cuando el equipo esta funcionando a la potencia nominal.

Cuando la etapa de potencia alcanza una temperatura programada (45°C), el ventilador interno se pondrá en funcionamiento o cuando se conecte 1/3 de potencia nominal, deteniéndose cuando la temperatura alcanza un valor predeterminado (40°C) o cuando la carga sea menor de 1/3 de la nominal. Si la temperatura continua aumentando por encima de 75°C se desconectará el inversor, volviendo a rearmarse el consumo cuando la temperatura descienda a 60°C. El corte por sobretensión lo indica el leds de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: “desconectado por sobretensión”.

**Protección contra batería baja.**

El inversor **GMS** funciona en un rango de tensiones comprendido entre 10 y 16 Vcc (para el modelo de 12 V). Dentro de este rango se ajustan en fábrica los valores de corte dependiendo del modelo de batería que se haya configurado.

La desconexión de la salida del inversor cuando la tensión de batería es demasiado baja previene la descarga completa de esta ya que de otra manera se provocaría un daño irreversible para la batería. Se programa un tiempo de espera en el circuito con el objeto de permitir que el voltaje de batería baje de estos niveles de forma momentánea. El Inversor tiene un algoritmo en su programa que compensa la caída de tensión en los cables de la batería cuando circula mucha corriente, para medir correctamente la tensión en todo momento. De esta manera nos evitamos tener que conectar los engorrosos cables de sensing que utilizan otros equipos. Cuando la tensión de la batería esté por debajo de la prefijada, se activará la alarma acústica y el LED correspondiente a "batería baja" empezará a parpadear una vez por segundo. Tras pasar más de 3 segundos debajo de la tensión de corte por batería baja el LED pasará a estar fijo, también se encenderá el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: "desconectado por batería baja", parándose el inversor. Si el voltaje de la batería aumenta hasta llegar el valor de rearme de consumo, el inversor arrancará de forma automática apagándose ambos leds y desapareciendo el mensaje del display.

**Protección por batería alta.**

Si la batería sube a una tensión muy elevada, el inversor desconectará el consumo encendiéndose el LED de desconectado y en el display aparecerá un mensaje de: "desconectado por batería alta". Cuando esta alcance un valor inferior al prefijado el inversor arrancará de forma automática apagándose el LED y desapareciendo el mensaje del display.

**10. PRECAUCIONES**

**No abra bajo ningún concepto el inversor ni manipule en su interior.**

**No conecte ninguna fuente de corriente a la salida del inversor.**

**No cubra las rejillas de ventilación.**

**No introduzca ningún objeto por las rejillas de ventilación.**

**Colocar el inversor en un sitio alejado de la humedad y del contacto directo del sol.**

## **RECUERDE COLOCAR UN ELEMENTO FUSIBLE DE PROTECCIÓN EN EL CABLE DE ALIMENTACIÓN DEL INVERSOR Y UN DIFERENCIA EN SU SALIDA**

**11. DISPLAY**

El inversor **GMS** está dispuesto de una pantalla de cristal líquido alfanumérica (LCD) que muestra información del estado del inversor y de la instalación. Tiene una serie de pantallas circulantes que cambian cada 5 segundos y van suministrando información acerca del estado de la instalación como por ejemplo, tensión y corriente de batería, tensión y corriente de salida, potencia instantánea, consumida, temperatura, etc.

**12. BATERIAS**

El inversor **GMS** viene configurado con un tipo de batería, pero se puede cambiar el tipo de batería por medio de las pantallas. Ya que todas las baterías del mercado tienen distintos valores de cortes.

**TABLA DE TENSIONES DE BATERÍA**

	<b>TUB. ABIERTA</b>	<b>TUB. GEL</b>	<b>HOPPECKE</b>
Alarma alta	15,6	15,2	15,5
Corte por alta	16	16	16
Alarma por baja	11,5	11,5	11,7
Corte por baja	11,2	11,3	11,5
Rearme consumo	13	13	13

**(para 24V x 2)**

**Nota :** Es importante que se adapten las tensiones de trabajo del inversor **GMS** al tipo de batería a instalar con objeto de alargar la vida útil de la batería.

### 13. RELE DE ARRANQUE DE GRUPO

El inversor esta provisto de un relé libre de potencial. El relé se suele conectar por dos motivos, por tensión o por potencia. Por defecto no está activada es operación, se debe realizar mediante la clave de instalador.

#### Por Tensión :

Las tensiones son programables en un margen de **0,5V** tanto en arranque como en paro y se puede modificar el tiempo máximo de funcionamiento.

	TUB. ABIERTA	TUB. GEL	HOPPECKE
Arranque	11,5	11,5	11,7
Paro	14,8	14,8	15

(para 24V x 2)

#### Por Potencia :

Cuando la potencia de salida supera la potencia prefijada durante más de un tiempo programado (5 segundos por defecto), se activa el relé y estará activado durante 30 minutos como mínimo aunque la potencia haya bajado.

También se puede programar un tiempo máximo de funcionamiento del grupo electrógeno como veremos más adelante.

### 14.- PROGRAMACIÓN Y AJUSTES DE INSTALADOR

#### 1.- Abrir onda.

Esta operación se debe realizar cuando se requiera que el inversor permanezca siempre suministrando 230Vac. (sale de búsqueda de carga).

Pulsar Intro. Aparece en display.

ABRIR ONDA

IDIOMA

Pulsar Intro. Aparece en display.

ABRIR ONDA

SI NO

Pulsar ↑ y cambiar el cursor debajo de SI

Pulsar Intro. En este momento el inversor de búsqueda a Suministrar 230Vac

Pulsar avance para salir.

#### 2.- Cambiar Idioma.

Pulsar Intro. Aparece en display.

ABRIR ONDA

IDIOMA

Pulsar ↓ y cambiar el cursor debajo de IDIOMA

Pulsar Intro. Aparecen los idiomas en el display

Pulsar ↓ y cambiar el cursor debajo del idioma elegido.

Pulsar Intro.

Pulsar avance para salir.

#### 3.- Cambiar modelo de batería. (DATOS BAJO CLAVE DE INSTALADOR)

Pulsar Intro. Aparece en display.

ABRIR ONDA

IDIOMA

Pulsar ↓ y cambiar el cursor hasta que aparezca CLAVE.

Pulsar Intro. Aparece en display.

CLAVE

00000

Pulsar ↓ y poner un 7 en el primer dígito

Pulsar avance. Para cambiar.

Pulsar ↓ y poner un 1 en el segundo dígito

Pulsar avance 2 veces. Para cambiar.

Pulsar ↓ y poner un 7 en el cuarto dígito

Pulsar avance. Para cambiar.



Pulsar ↓ y poner un **6** en el último dígito

Aparece en el display: CLAVE

**71076**

Pulsar Intro. Aparece en el display  
BATERIAS

ARRANCADOR

Pulsar Intro. Aparece en el display

TUBULAR ABIERTA

TUBULAR GEL

Pulsar ↓ y cambiar hasta el modelo elegido.

Pulsar Intro.

Pulsar avance. Para salir.

#### 4.- Programación arrancador de grupo por Batería y/o Potencia.

##### (DATOS BAJO CLAVE DE INSTALADOR)

Introducir CLAVE (Apartado anterior)

Pulsar Intro. Aparece en el display

BATERIAS

ARRANCADOR

Pulsar ↓ para bajar el cursor a **ARRANCADOR**

Pulsar Intro. Aparece en el display

TENSIÓN ARRANQUE

11.5

Pulsar Intro. Aparece en el display

TENSIÓN ARRANQUE

11.5

Pulsar avance para colocar el cursor en el último dígito.

(El ajuste tiene un margen mínimo y máximo)

Pulsar Intro. Para validar el cambio.

Pulsar ↓ Aparece en el display

TENSIÓN PARO

29.4

Pulsar Intro. Aparece en el display

TENSIÓN ARRANQUE

29.4

Pulsar avance para colocar el cursor en el último dígito.

(El ajuste tiene un margen mínimo y máximo)

Pulsar Intro. Para validar el cambio.

Pulsar ↓ Aparece en el display

TIEMPO ARRANQUE

NO

Pulsar ↓ Aparece en el display

TIEMPO ARRANQUE

SI NO

Aparece en display

TIEMPO ARRANQUE

05 seg

**Este tiempo es el necesario para que se active el relé si baja la tensión de batería o se llega a la potencia programada.**

Pulsar avance para colocar el cursor en el último dígito.

(El ajuste tiene un margen mínimo y máximo)

Pulsar Intro. Para validar el cambio.

Pulsar ↓ Aparece en el display

TIEMPO ARRANQUE

SI

Pulsar ↓ Aparece en el display

POTENCIA ARRANQUE

NO

Pulsar ↓ Aparece en el display

POTENCIA ARRANQUE





SI NO  
Pulsar Intro. Aparece en el display  
 POTENCIA ARRANQUE  
 0X000 W  
Pulsar ↓ y cambiar a la potencia de activación del relé.  
Pulsar Intro. Aparece en el display  
 POTENCIA ARRANQUE  
 Ejem: 02500 W  
Pulsar ↓ Aparece en el display  
 TIEMPO BATERÍA  
 6,0 HORAS

**Este tiempo es el máximo que estará el grupo encendido si no ha llegado la tensión a la programada para el Paro**

Pulsar Intro. Aparece en el display  
 TIEMPO BATERÍA  
 6,0 HORAS

Pulsar ↓ y cambiar el tiempo  
Pulsar Intro. Aparece en el display  
 TIEMPO BATERÍA  
 Ejem: 2,0 HORAS  
Pulsar ↓ Aparece en el display  
 TIEMPO POTENCIA  
 6,0 HORAS

**Este tiempo es el máximo que estará el grupo encendido cuando arranque por potencia**

Pulsar Intro. Aparece en el display  
 TIEMPO POTENCIA  
 6,0 HORAS

Pulsar ↓ y cambiar el tiempo  
Pulsar Intro. Aparece en el display  
 TIEMPO POTENCIA  
 Ejem: 2,0 HORAS  
Pulsar ↓ Aparece en el display  
 TIEMPO POTENCIA  
 2,0 HORAS

Pulsar Avance para Salir de Programación

## 5.- Ajuste potencia mínima de arranque. (DATOS BAJO CLAVE DE INSTALADOR)

El inversor sale ajustado de fábrica para arrancar un consumo igual o superior al 1% de su potencia nominal por lo que se recomienda que este parámetro no sea modificado.

Si se quiere calibrar el equipo para ajustar una potencia menor o mayor a la de fábrica se deben seguir los siguientes pasos.

**Atención, si se intenta ajustar el inversor para un consumo demasiado pequeño, puede suceder que la onda del inversor se queda siempre abierta.**

Introducir CLAVE (Apartado 14.3)

Pulsar Intro. Aparece en el display  
 BATERIAS  
 ARRANCADOR

Pulsar ↓ para bajar el cursor a AJUSTE BUSQUEDA  
Pulsar Intro. Aparece en el display  
 AJUSTE BUSQUEDA  
 100

**Si se quiere darle una mayor sensibilidad al arranque se debe bajar la cifra**

Pulsar Intro. Aparece en el display  
 AJUSTE BÚSQUEDA  
 100

### Ejemplo cambiar a 98

Pulsar ↓ para poner un 0 en lugar de un 1  
Pulsar avance para colocar el cursor en el siguiente dígito.  
Pulsar ↓ para cambiar el 0 por un 9  
Pulsar avance para colocar el cursor en el último dígito.  
Pulsar ↑ para cambiar el 0 por un 8  
Pulsar Avance para Salir de Programación

## 15.- FICHAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS		GMS 1800/12-24		GMS 3300/24-48	
Físicas					
Largo	500mm.				
Ancho	292mm.				
Alto	187mm.				
Peso	20Kg.	25Kg.			
Constructivas					
Base	Aluminio				
Tapa	Chapa de Acero galvanizado				
Pintura	Epoxi al horno				
Grado de estanqueidad	IP42				
Tropicalización de los circuitos	Si				
Eléctricas					
Forma de onda de salida	Senoidal pura				
Voltaje nominal de entrada	12V	24V	24V	48V	
Rango de tensión de entrada	10 - 16	20 - 32	20 - 32	40 - 64	
Tensión nominal de salida	230 ó 120Vac*				
Potencia nominal	1800W	3300W			
Potencia Pico. (Etapas de potencia < 50°C)	3200W Pico	6200W Pico			
Variación tensión de salida	≤ 4%				
Frecuencia nominal	50 ó 60Hz*				
Variación de la Frecuencia	< 1%				
Rendimiento con Carga resistiva	86% < η < 96%				
Distorsión armónica (Carga resistiva)	≤ 3%				
Autoconsumo en Búsqueda de Carga	< 100mA				
Rango operativo de temperatura ambiente	-10 – 50°C A carga nominal				
Sobrecarga admitida (E. Pot < 50°C)					
85 %	5 Segundos				
50 %	1 Minuto				
25 %	5 Minutos				
Alarmas					
Baja y Alta tensión en Batería, Cortocircuito, Sobrecarga, Sobretemperatura	Led, Acústica y Pantalla				
Protecciones					
Protección contra polaridad inversa	Si, mediante Fets de entrada.				
Protección contra sobrecarga	Si, temporizada en función de la potencia suministrada				
Protección contra cortocircuito	Si				
Protección contra sobretemperatura	Si				
Protección contra Baja / Alta tensión en batería	Si				
Rearme desconexión corto - sobrecarga	Automático. (Sólo bajo pedido)				
Rearme desconexión Baja / Alta batería	Automático				
Rearme desconexión sobretemperatura	Automático				
Ventilación	Si, controlada por temperatura y potencia				
Accesorios					
Relé de Arranque / Paro (2Hilos) Max. 2Amp.	Si, por Batería Baja y Potencia (Ajustable)				
Interruptor a distancia (2 Hilos)	Si, Máximo 10 metros.				
Control y Visualización a distancia. **	Si, 1km.				
Fusibles					
Fusible aconsejable (No suministrado)	200A	100A	200A	100A	

\* Tensiones y Frecuencia bajo pedido.

\*\* Bajo pedido.

Especificaciones sujetas a modificación por parte del fabricante.

**Los datos reflejados en este manual son correctos salvo error tipográfico u omisión involuntaria.**



## 16.- GARANTIA

**Ingeniería y Reparaciones Solares, S.L.** garantiza que este equipo cumple las especificaciones descritas en el manual técnico.

El periodo de garantía es de 24 meses desde la fecha de factura.

La garantía cubre la reparación o cambio del equipo siempre que la avería haya sido producida por una defecto de fabricación o de alguno de sus componentes.

La garantía no cubre los gastos de transporte, desplazamiento, envío o eventuales daños provocados por la utilización del equipo o por la imposibilidad de utilizar el mismo.

La garantía no cubre las anomalías o fallos en el equipo provocadas por el uso abusivo o deficiente del mismo, instalación incorrecta sin las debidas protecciones, apertura, introducción o entrada de cuerpos extraños, negligencia, alteración, accidentes y causas ajenas al Inversor, incluidas las causas de fuerza mayor como inundaciones, terremotos, rayos o tormentas eléctricas.

Está terminantemente prohibido la utilización de este inversor en equipos de soporte vital o de uso específico para soporte vital, salvo previa autorización por nuestra parte.

La garantía queda anulada si no se han observado correctamente las precauciones en la instalación tanto eléctrica como física detallada en este manual.

Si no está conforme con la garantía se deberá devolver el equipo en un plazo de **15** días con su embalaje original.

Para hacer válida la garantía debe ser presentada la factura de compra correspondiente en la que se detalle modelo y número de serie.

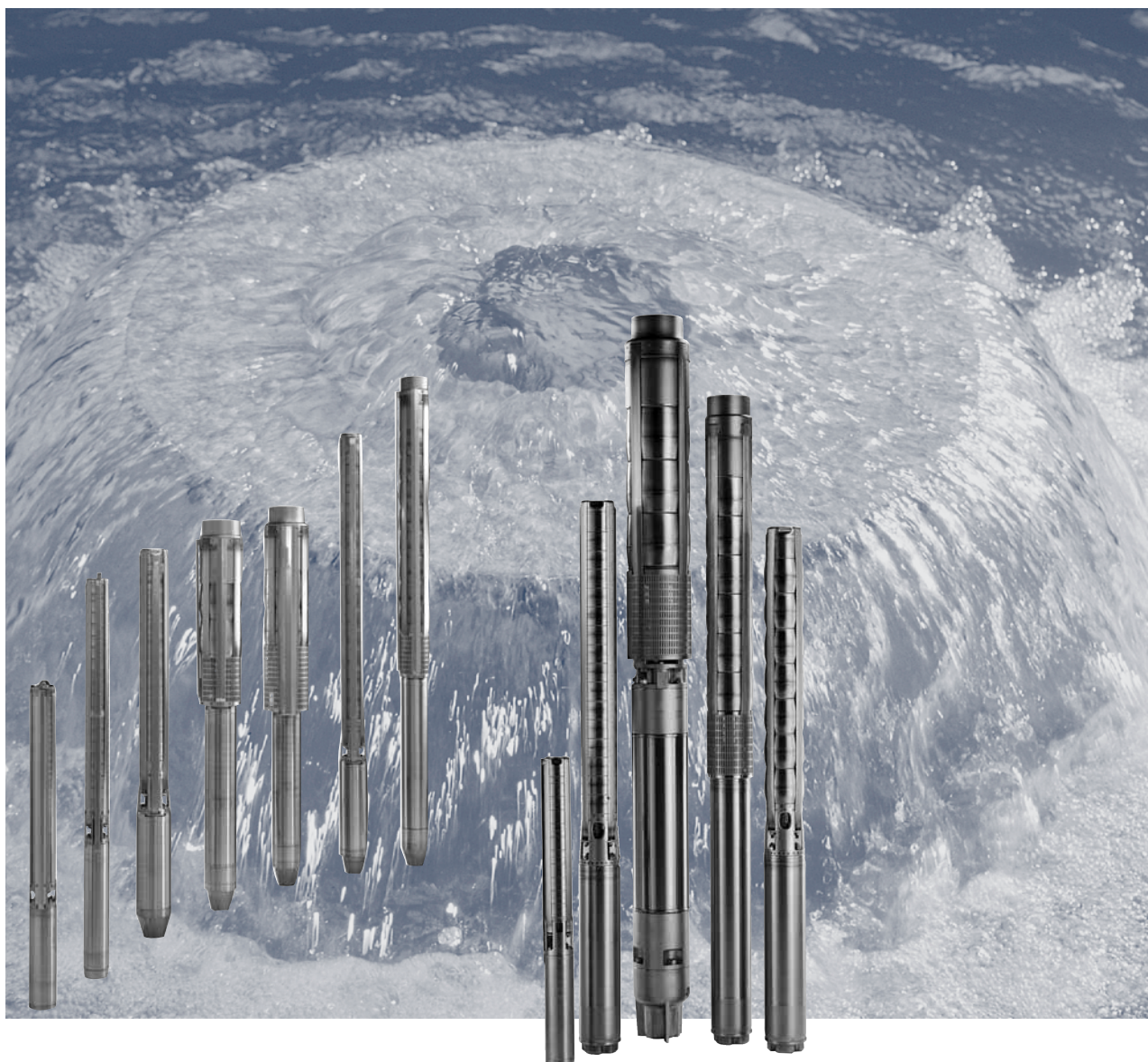
**El cartón y polietileno del embalaje del equipo son reciclables.**



Impreso sobre papel ecológico

## SP A, SP

Bombas sumergibles, motores y accesorios  
50 Hz



# Contenido

## Datos generales

Gama de trabajo	3
Aplicaciones	4
Nomenclatura	4
Líquidos bombeados	4
Condiciones de funcionamiento	4
Condiciones de curva	5
Gama de bomba	6
Gama de motor	6
Controladores y protección del motor	6

## Bombas sumergibles

Características y ventajas	7
Materiales	9

## Motores sumergibles

Características y ventajas	10
Cierre del eje	12
MS 402	12
MS 4000, MS6	12
Especificación de materiales para los motores MS	14
Especificación de materiales para motores MMS	16

## Curvas de funcionamiento/ Datos técnicos

SP 1A	18
SP 2A	20
SP 3A	22
SP 5A	24
SP 8A	26
SP 14A	28
SP 17	30
SP 30	35
SP 46	40
SP 60	45
SP 77	50
SP 95	55
SP 125	60
SP 160	65
SP 215	70

## Datos eléctricos

1 x 230 V, motores sumergibles	75
3 x 230 V, motores sumergibles	75
3 x 230 V, motores rebobinables sumergibles	76
3 x 400 V, motores sumergibles	76
3 x 400 V, motores industriales sumergibles	77
3 x 400 V, motores sumergibles	77
3 x 400 V, motores rebobinables sumergibles	78
3 x 500 V, motores sumergibles	79
3 x 500 V, motores industriales sumergibles	79
3 x 500 V, motores rebobinables sumergibles	80

## Accesorios

MP 204	81
MP 204: numerosas opciones de monitorización	81
Funciones de control	84
Menús del R100	85
Pasarela G100 para comunicación con los productos de Grundfos	87
Piezas de conexión	90
Kit de terminación de cable con enchufe	91
Kit de conexión de cable, tipo KM	91
Kit de conexión de cable, tipo M0 a M6	91
Cable de alimentación sumergible	92
Zinc anodes	92
Mangueras de flujo	93
Cajas de control SA-SPM	93
Condensadores para MS 402B PSC	93
Pt100	94

## Consumo de energía

Consumo de energía de las bombas sumergibles	95
--	----

## Dimensionamiento del cable

Cables	96
Caída de tensión: 1 %	97
Caída de tensión: 3 %	98

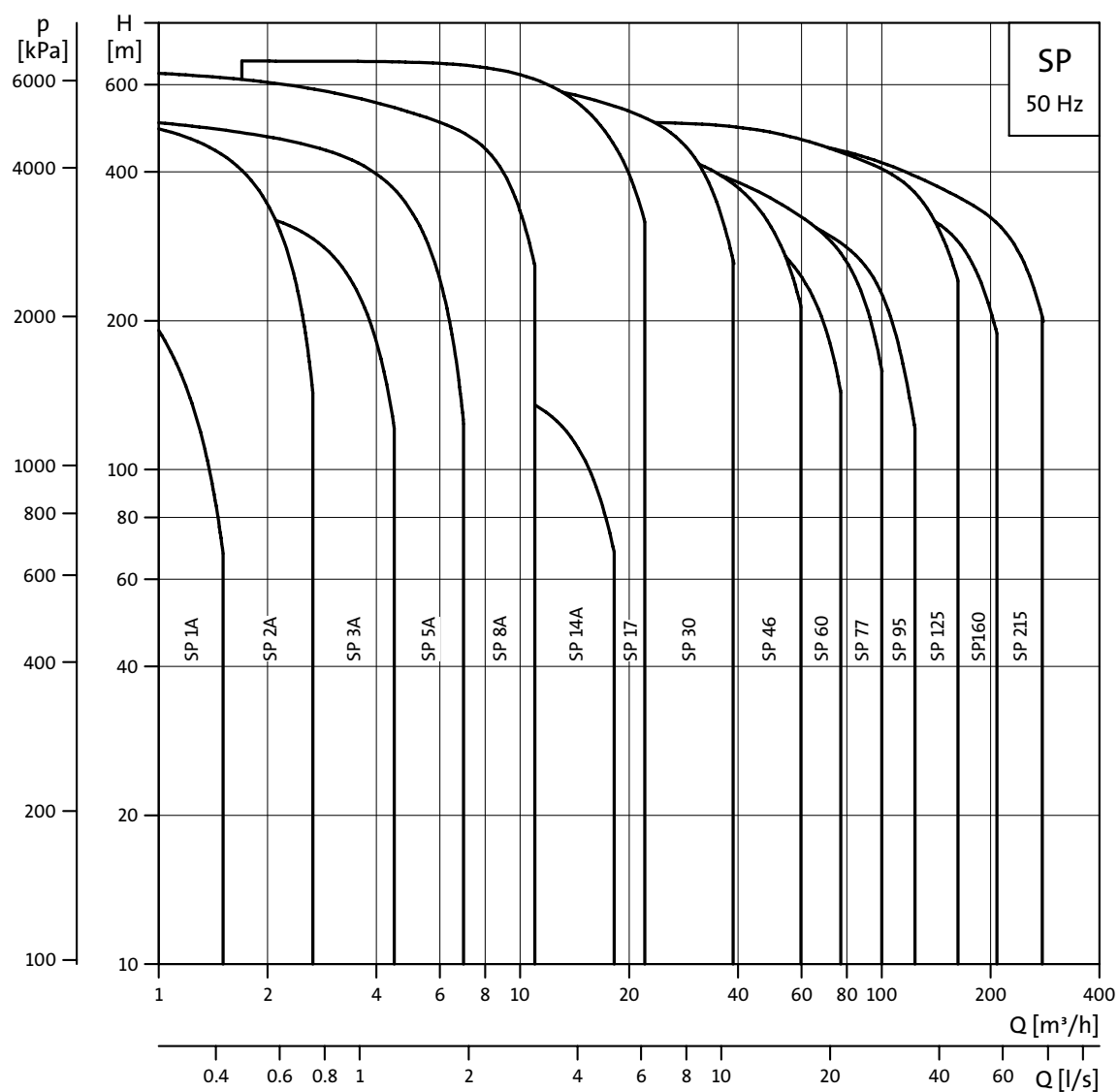
## Tabla de pérdidas de altura

Pérdidas de altura en tuberías normales de agua	100
Pérdidas de altura en tuberías de plástico	101

## Documentación adicional de producto

WebCAPS	102
WinCAPS	103

## Gama de trabajo



TM00 7254 4702

## Aplicaciones

Las bombas SPA y SP resultan adecuadas para las siguientes aplicaciones:

- suministro de agua sin tratar
- sistemas de riego
- descenso de aguas subterráneas
- aumento de presión
- aplicaciones de fuentes
- aplicaciones mineras
- aplicaciones marinas.

## Nomenclatura

Ejemplo	SP	95	-	5	-	A	B	N
Gama de tipos (SP A, SP)								
Caudal nominal en m <sup>3</sup> /h								
Número de impulsores								
Primer impulsor de diámetro reducido (A, B o C)								
Segundo impulsor de diámetro reducido (A, B o C)								
Componentes de acero inoxidable = DIN W.-Nr. 1.4301 N = DIN W.-Nr. 1.4401 R = DIN W.-Nr. 1.4539								

## Líquidos bombeados

Líquidos limpios, no densos y no agresivos, que no contengan partículas sólidas o fibras.

Se dispone de las versiones especiales SP A-N y SP-N fabricadas en acero inoxidable a DIN W.-Nr. 1.4401 y las versiones SP A-R y SP-R fabricadas en acero inoxidable a DIN W.-Nr. 1.4539 para aplicaciones relacionadas con líquidos agresivos.

## Condiciones de funcionamiento

Caudal, Q: 0.1-280 m<sup>3</sup>/h.

Altura, H: Máximo 670 m.

### Temperatura máx. del líquido

Motor	Instalación	
	Velocidad del caudal tras pasar por el motor	Vertical Horizontal
Versiónes MS 4" y MS6 T30 de Grundfos	0.15 m/s	30 °C 30 °C
Versiónes industriales 4" MS de Grundfos	0.15 m/s	60 °C 60 °C
Grundfos MS6 Versiónes T60	1.0 m/s	60 °C 60 °C
Grundfos MMS 6" a 12" rebobinable con PVC en los bobinados	0.15 m/s	25 °C 25 °C
	0.50 m/s	30 °C 30 °C
Grundfos MMS 6" a 12" rebobinable con PE/PA en los bobinados	0.15 m/s	40 °C 40 °C
	0.50 m/s	45 °C 45 °C

**Nota:** Para MMS 6000, 37 kW, MMS 8000, 110 kW, y MMS 10000, 170 kW, la temperatura máxima del líquido es 5 °C inferior a los valores indicados en la tabla anterior. Para MMS 10000, 190 kW la temperatura es 10 °C menor.

### Presión de funcionamiento

Motor	Presión máxima de funcionamiento
Grundfos MS 4" y 6"	6 MPa (60 bar)
Grundfos MMS 6" a 12" rebobinable	

## Condiciones de curva

Las condiciones anteriores son aplicables a las curvas mostradas en las páginas 14-70:

### General

- Tolerancias de las curvas según la ISO 9906, Anexo A.
- Las curvas de rendimiento muestran el rendimiento de la bomba a su velocidad real, cf. gama estándar del motor.

Las velocidades de los motores son, aproximadamente:

motores 4":  $n = 2870 \text{ min}^{-1}$

motores 6":  $n = 2870 \text{ min}^{-1}$

motores 8" a 12":  $n = 2900 \text{ min}^{-1}$

- Las medidas fueron realizadas con agua sin aire a una temperatura de 20 °C. Las curvas son aplicables a la viscosidad cinemática de 1 mm<sup>2</sup>/s (1 cSt). Cuando se bombeen líquidos con una densidad superior a la del agua, se deberán utilizar motores con capacidades proporcionalmente más elevadas.
- Las partes **en negrita** de las curvas muestran la gama de funcionamiento **recomendada**.
- Las curvas de rendimiento incluyen posibles pérdidas tales como pérdidas en la válvula de retención.

### Curvas SP A

- **Q/H**: Las curvas incluyen pérdidas de carga de válvula y entrada a las velocidades indicadas.
- **Curva de potencia**:  $P_2$  muestra la entrada de potencia a la bomba a la velocidad real para cada uno de los tamaños de la bomba.
- **Curva de rendimiento**: Eta muestra el rendimiento de la etapa de la bomba.

### Curvas SP

- **Q/H**: Las curvas incluyen pérdidas de carga de válvula y entrada a las velocidades indicadas.  
El funcionamiento sin válvula de retención aumentará la altura real a funcionamiento nominal entre 0,5 y 1,0 m.
- **NPSH**: La curva incluye pérdidas de presión en el interconector de aspiración y muestra la presión de entrada requerida.
- **Curva de potencia**:  $P_2$  muestra la entrada de potencia a la bomba a la velocidad real para cada uno de los tamaños de la bomba.
- **Curva de rendimiento**: Eta muestra el rendimiento de la etapa de la bomba.  
Si se necesita Eta para el tamaño real de la bomba, consultar WinCAPS o WebCAPS.



# DE LS63

## Magnetotérmicos

### Características

#### Diseño atractivo y moderno

- Apariencia elegante, en caja curvada con maneta de mando ergonómica para una operación fácil
- Con indicador de posición
- Con tapa transparente para etiqueta de identificación

#### Alta capacidad de corto circuito

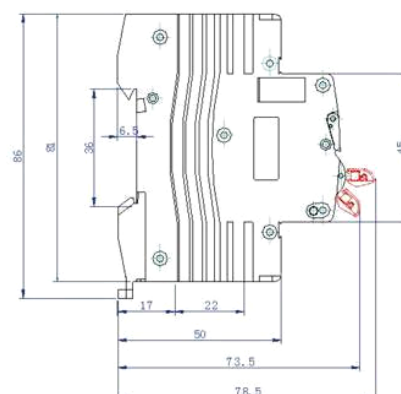
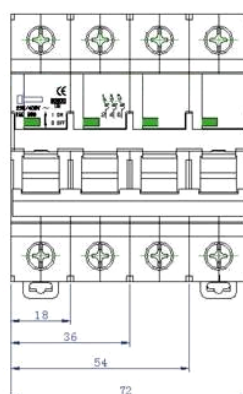
- La gama DE LS63 ofrece una elevada capacidad de corto circuito de 10 kA hasta 63A
- Vida eléctrica larga de 6000 maniobras



### Datos técnicos

Nº de Polos	1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P
Tensión nominal	230/400V
Calibres (A)	1, 2, 3, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Curvas	B, C, D
Int. corto circuito (Icn)	10 kA
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Limitación de energía	Clase 3
Tensión de impulso	6,2 kV
Vida electro-mecánica	8000
Tipo de terminal	Tornillo, borne de caja
Capacidad borne	Conductor rígido hasta 25mm <sup>2</sup>
Par de apriete	2,0 Nm
Fijación	Carril DIN 35mm / tornillos
Normas	IEC60898, CE, SEMKO, KEMA

### Dimensiones



### Referencias

**DE LS63 C-P-A** donde:

C = Curva (B, C, ó D)

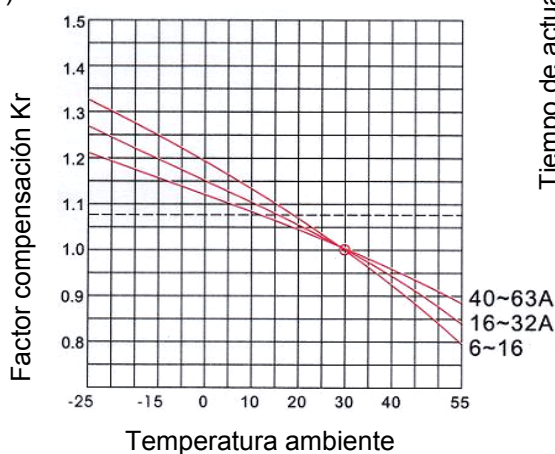
P = nº de Polos (1P, 1PN, 2P, 3P, 3PN ó 4P)

A = Calibre (1, 2, 3, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, ó 63)

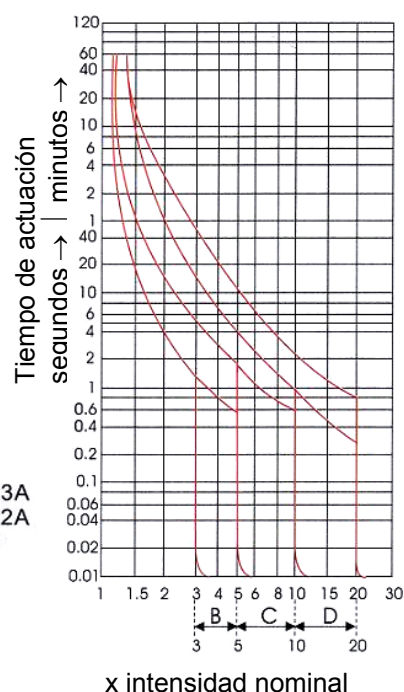
Por ejemplo: DE LS63 C-1P-10

### Curvas

#### Compensación temperatura



#### Curvas de actuación



## Gama de bomba

Tipo	SP 1A	SP 2A	SP 3A	SP 5A	SP 8A	SP 14A	SP 17	SP 30	SP 46	SP 60	SP 77	SP 95	SP 125	SP 160	SP 215
Steel: DIN 1.4301 AISI 304	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acero: DIN 1.4401 AISI 316			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acero: DIN 1.4539 AISI 904L				•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Conexión *	Rp 1¼	Rp 1¼ (R 1¼)	Rp 1¼	Rp 1½ (R 1½)	Rp 2 (R 2)	Rp 2	Rp 2½ (R 3)	Rp 3 (R 3)	Rp 3 Rp 4 (R 4)	Rp 3 Rp 4	Rp 5	Rp 5	Rp 6	Rp 6	Rp 6
Conexión de bridas Bridas de Grundfos											5"	5"	6"	6"	6"

\* Las figuras encerradas entre paréntesis ( ) indican una conexión para bombas con manguitos.

## Gama de motor

Potencia del motor [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7	4.0	5.5	7.5	9.2	11	13	15	18.5	22	26	30	37	45	55	63	75	92	110	132	147	170	190	220	250
Monofásico	•	•	•	•	•	•																										
Trifásico	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Motor industrial y versiones MS6 T60						•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•														
Motor rebobinable								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acero: DIN 1.4301 AISI 304	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													
Acero: DIN 1.4301 y hierro fundido								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acero: DIN 1.4401 AISI 316								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acero: DIN 1.4539 AISI 904L			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
Transmisor de temperatura in- tegrado en el motor			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													

Se recomienda la puesta en marcha directa hasta 75 kW.

Por encima de los 75 kW se recomienda un arrancador suave o un autotransformador.

Se dispone de motores en estrella o triángulo desde 5,5 kW.

## Controladores y protección del motor

Potencia del motor [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7	4.0	5.5	7.5	9.2	11	13	15	18.5	22	26	30	37	45	55	63	75	92	110	132	147	170	190	220	250
MP 204	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Pt100								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ánodo de cinc				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Camisa de flujo vertical	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Camisa de flujo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													
SA-SPM	•	•	•	•	•	•																										
R100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Módulo de comunicación RS-485	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
G100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Protección de motor para motores monofásicos, ver "Datos técnicos" en la página 73.



## Características y ventajas

### Una amplia gama de bombas

Grundfos ofrece bombas sumergibles eficientes desde el punto de vista energético con una gama que va desde 1 a 280 m<sup>3</sup>/h. La gama consta de bombas de diversos tamaños, y cada uno de los tamaños de la bomba está disponible con un número de etapas opcional que puede adaptarse a cualquier punto de funcionamiento.

### Alto rendimiento de la bomba

Con frecuencia, el rendimiento de la bomba es un factor despreciable en comparación con su precio. Sin embargo, el usuario observador podrá apreciar que las variaciones de precio carecen de importancia en las economías de suministro de agua frente a la importancia de los rendimientos de la bomba y del motor.

### Ejemplo

Cuando se bombean 200 m<sup>3</sup>/h a una altura de 100 m durante un periodo de 10 años, se podrán ahorrar 60.000 euros si se elige una combinación bomba/motor cuya eficiencia sea un 10 % superior y el precio es de 0,10 euros por kWh.

### Material y líquidos bombeados

Grundfos ofrece una gama completa de bombas y motores que, como norma, están fabricados completamente en acero inoxidable según DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304). De esta forma se garantiza una buena resistencia al desgaste y un menor riesgo de corrosión cuando se bombea agua fría con un contenido pequeño en cloro.

Se dispone también de una gama de bombas fabricadas en acero inoxidable mejorado para líquidos más agresivos:

**SP N:** DIN W.-Nr. 1.4401 (AISI 316)

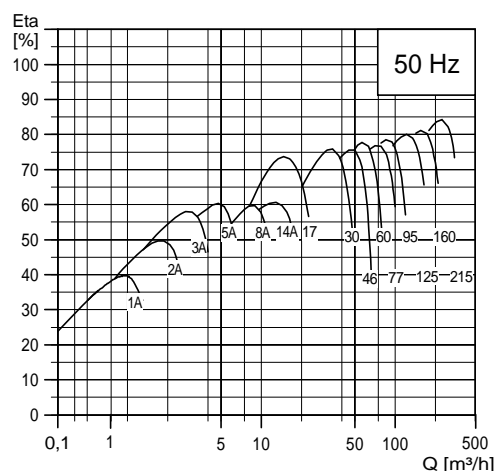
**SP R:** DIN W.-Nr. 1.4539 (AISI 904L)

Como alternativa, hay disponible una gama completa de ánodos de cinc para protección catódica, ver la página 90. Por ejemplo, esta gama podría ser aconsejable para aplicaciones de agua marina.

Para líquidos ligeramente contaminados que contuvieran, por ejemplo, aceite, Grundfos ofrece una gama completa de bombas SP NE de acero inoxidable con DIN W.-Nr. 1.4401 (AISI 316) con todas sus partes de goma fabricadas en FKM.

### Bajos costes de instalación

El acero inoxidable se traduce en un peso bajo que facilita el manejo de las bombas y da lugar a un menor coste de los equipos y a un menor tiempo de instalación y de revisión.



**Fig. 1** Rendimientos de la bomba/motor en relación con el caudal



**Fig. 2** Diversas bombas SP

Gr6389 - GrA4019

## Cojinetes con canales de arena

Todos los cojinetes están lubricados con agua y tienen una forma angular que permite que las partículas de arena, si las hay, abandonen la bomba junto con el líquido bombeado.

## Filtro de entrada

El filtro de entrada evita la entrada a la bomba de partículas superiores a un tamaño determinado.

## Válvula antirretorno

Todas las bombas están equipadas con una válvula antirretorno de gran fiabilidad ubicada dentro del revestimiento de la válvula para evitar un retorno de flujo cuando se detenga la bomba.

Además, el corto periodo de cierre de la válvula antirretorno implica que el riesgo destructor del golpe de ariete se reduzca al mínimo.

El revestimiento de la válvula ha sido diseñado para optimizar sus propiedades hidráulicas y así minimizar las pérdidas de presión en ella y contribuir de esta forma al elevado rendimiento de la bomba.

## Tornillo cebador

Todas las bombas de 4" de Grundfos están dotadas de un tornillo cebador. Como consecuencia, se impide el funcionamiento en seco, ya que el tornillo cebador garantizará que los cojinetes de la bomba se encuentren siempre lubricados.

Gracias a los impulsores semiaxiales de las bombas SP grandes, este cebado se proporciona automáticamente.

Sin embargo, se aplica a todos los tipos de bombas, ya que en el caso de que el nivel freático disminuyera a un nivel situado por debajo de la entrada de la bomba, ni la bomba ni el motor estarían protegidos contra el funcionamiento en seco.

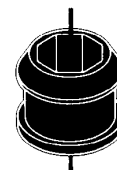
## Anillo de tope

El anillo de tope impide el daño en la bomba durante el transporte y en el caso de sobreempuje en conexión con la puesta en marcha.

El anillo de tope, que ha sido diseñado como un cojinete de empuje, limita los movimientos axiales del eje de la bomba.

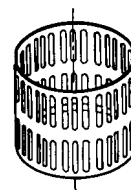
La parte fija del anillo de tope (A) se encuentra fijada en la cámara superior.

La parte giratoria (B) se encuentra situada por encima del casquillo cónico (C).



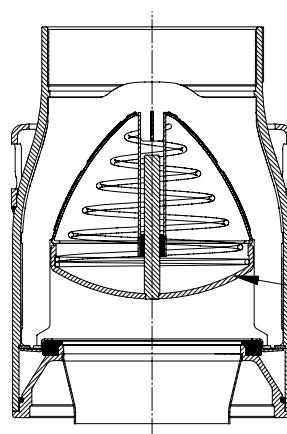
TM00 7301 1096

Fig. 3 Cojinete



TM00 7302 1096

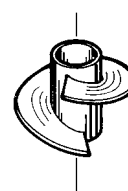
Fig. 4 Filtro de entrada



Solapa de la válvula

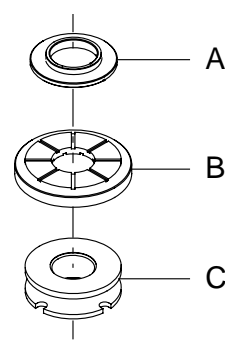
TM01 2499 1798

Fig. 5 Válvula antirretorno



TM00 7304 1096

Fig. 6 Tornillo cebador



TM01 3327 3898

Fig. 7 Anillo de tope (parte fija y giratoria) y el casquillo cónico

## Materiales

Pos.	Compo- nente	Materiales	Estándar	Versión N	Versión R
			DIN W.-Nr. / AISI		
1	Alojamiento de la válvula	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
1d	Junta tórica	NBR			
2	Kit de válvu- las	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
3	Asiento de válvula	Estándar/ versión N: NBR Versión R FKM			
3a	Retenedor inferior del asiento de válvula	Acero inoxi- dable	1.4308	1.4408/316	1.4517
3b	Retenedor superior del asiento de válvula	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
4	Cámara su- perior	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
6	Cojinete su- perior	Acero inoxi- dable/NBR	1.4401/304	1.4401/316	1.4539/904L
7	Anillo cierre	NBR/PPS			
8	Cojinete	NBR			
8a	Arandela para anillo de tope	Carbono/ grafito HY22 en masa PTFE			
8b	Anillo de tope	Acero inoxi- dable	1.4401/316	1.4401/316	1.4539/904L
9	Cámara	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
11	Tuerca de casquillo có- nico	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
11c	Tuerca para anillo de tope	Acero inoxi- dable	1.4401/316	1.4401/316	1.4539/904L
12	Casquillo cónico	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
13	Impulsor	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
14	Interconec- tor de aspi- ración	Acero inoxi- dable	1.4308	1.4408/316	1.4517
15	Filtro	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
16	Eje com- pleto	Acero inoxi- dable	1.4057/431	1.4460/329	1.4460/329
17	Tirante	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
18	Protector del cable	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
19	Tuerca para tirante	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
39	Resorte para kit de válvulas	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4462/ SAF 2205
70	Guía de la válvula	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L
71	Arandela	Acero inoxi- dable	1.4401/316	1.4401/316	1.4539/904L
72	Anillo de desgaste	Acero inoxi- dable	1.4301/304	1.4401/316	1.4539/904L

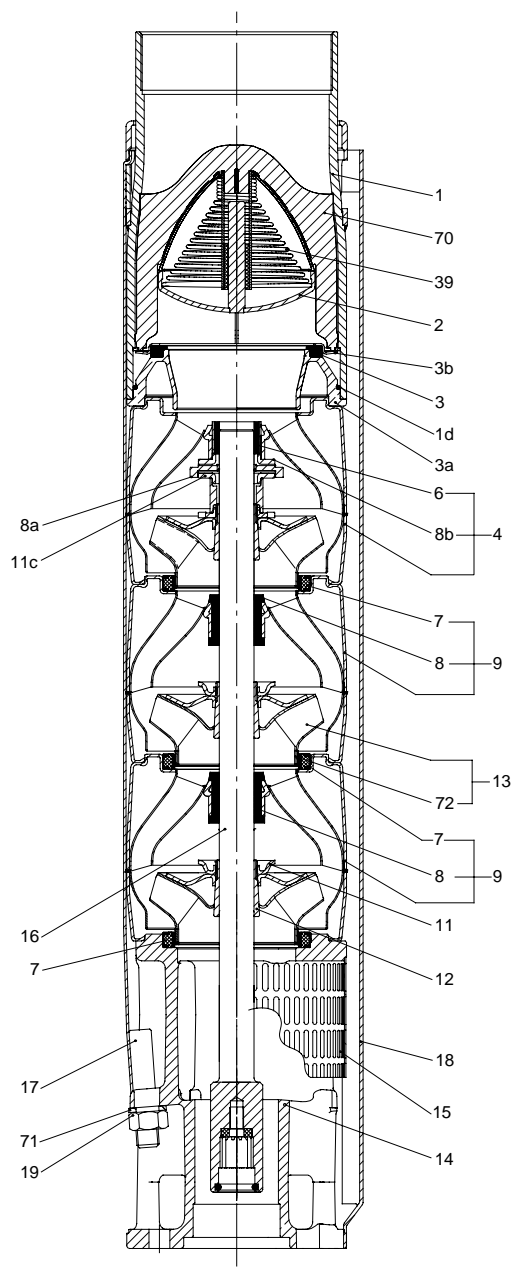


Fig. 8 SP 77

TM01 2359 2301

## Características y ventajas

### Una gama completa de motores

Grundfos ofrece una gama completa de motores sumergibles con diferentes tensiones:

Motores sumergibles, MS:

- Motores 4", monofásicos de hasta 2,2 kW:

2 cables

3 cables

PSC (condensador de división permanente)

- motores de 4", trifásicos de hasta 7,5 kW
- motores de 6", trifásicos desde 5,5 kW a 30 kW

Motores sumergibles y rebobinables, MMS:

- motores 6", trifásicos desde 3,7 kW hasta 37 kW
- motores 8", trifásicos desde 22 kW hasta 110 kW
- motores 10", trifásicos desde 75 kW hasta 190 kW
- motores 12", trifásicos desde 147 kW hasta 250 kW

### Alto rendimiento del motor

Dentro del sector de motores de elevado rendimiento, Grundfos es el líder indiscutible del mercado.

### Motores rebobinables

Los motores sumergibles MMS bipolares de Grundfos son fácilmente rebobinables. Los bobinados del estator están fabricados con un cable especial impermeable de cobre electrolítico puro enfundado en un material termoplástico especial no hidróscopico. Las excelentes propiedades dieléctricas de este material permiten un contacto directo entre los bobinados y el líquido para lograr un eficaz enfriamiento de los bobinados.

### Motores industriales y versiones MS6-T60

Para aplicaciones de gran capacidad, Grundfos ofrece una gama completa de motores industriales con hasta un 5% de mejora en el rendimiento con respecto a los motores estándar de Grundfos. Los motores industriales se encuentran disponibles en tamaños que van desde 2,2 kW hasta 22 kW. La refrigeración del motor resulta muy eficaz debido a su gran superficie. La eficaz refrigeración permite aumentar la temperatura del líquido a 60 °C con un caudal mínimo de 0,15 m/s pasando a través del motor. Los motores industriales son para aquellos clientes que valoran los bajos costes de funcionamiento y su larga vida útil más que el precio.

Los motores industriales de Grundfos han sido desarrollados para enfrentarse a las condiciones de funcionamiento más difíciles. Estos motores son capaces de resistir una mayor carga térmica que los motores estándar y, por ello, tendrán una mayor vida útil cuando estén sometidos a una carga elevada. Todo esto se aplica con independencia de que la elevada carga haya sido provocada por un mal suministro eléctrico, una

elevada temperatura del agua, unas malas condiciones de refrigeración, una elevada carga de la bomba, etc.

Hay que tener en cuenta que los motores de gran capacidad tienen un mayor tamaño que los motores previstos para condiciones normales.



Fig. 9 Motores MS

TM00 7305 1096 - GrA4011 - GrA4013



**Fig. 10** Motores MMS

TM01 7873 4799

## Protección contra sobretemperatura

Para ambas versiones de motores sumergibles MS y MMS de Grundfos se dispone de accesorios para la protección contra la sobretemperatura. Cuando la temperatura llega a ser demasiado elevada, el dispositivo de protección cortará y se evitará que la bomba y el motor sufran daños.

Se podrá volver a arrancar el motor tras su apagado de dos maneras:

- rearranque manual o
- reinicio automático.

El reinicio automático implica que el motor MP 204 intentará reiniciarse cuando hayan transcurrido 15 minutos. Si el primer intento no tiene éxito, se volverá a reintentar la puesta en marcha cada 30 minutos.

## MS

Los motores sumergibles MS de Grundfos, salvo el MS 402, disponen de un transmisor de temperatura Tempcon integrado para su protección contra la sobretemperatura. Gracias al transmisor es posible leer y/o supervisar la temperatura del motor mediante un MP 204 ó un relé PR 5714.

Los motores sumergibles MS6 de Grundfos se pueden completar con un Pt100. El Pt100 se instalará en el motor y se conectará directamente al MP 204 o será supervisado por el relé PR 5714.

## MMS

Para proteger a los motores sumergibles MMS de Grundfos contra la sobretemperatura, Grundfos ofrece el sensor de temperatura Pt100 como un extra adicional.

El Pt100 se instalará en el motor y se conectará directamente al MP 204 o será supervisado por el relé PR 5714.

## Protección contra empuje axial

En el caso de que se produzca una contrapresión muy baja cuando se arranque el motor, existe el riesgo de que se pueda elevar todo el cuerpo hidráulico. Esto se denomina empuje axial. El empuje axial puede dañar tanto la bomba como el motor. Por ello, tanto las bombas como los motores de Grundfos están protegidos contra el empuje axial como estándar, impidiendo que se produzca este empuje axial en la fase crítica del arranque. La protección consiste en un anillo tope integrado o en un compensador hidráulico.

## Cámaras de refrigeración integradas

En todos los motores sumergibles MS de Grundfos se garantiza una eficaz refrigeración mediante las cámaras de refrigeración en la parte superior e inferior del motor, y mediante la circulación interna de líquido de motor. Ver fig. 11. Siempre que se mantenga la velocidad de flujo requerida a través del motor (ver "Condi-

ciones de funcionamiento" página 4), su refrigeración será eficaz.

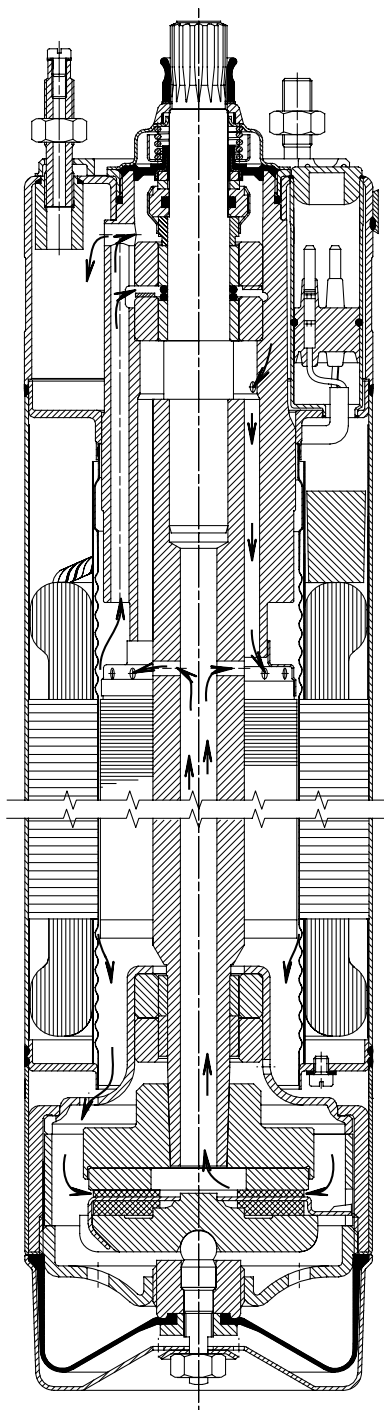


Fig. 11 MS 4000

TM00 5638 0996

## Protección anti-rayos

Los motores sumergibles más pequeños de Grundfos, es decir del tipo MS 402, están todos aislados con el fin de minimizar el riesgo de abrasamiento provocado por la caída de un rayo.

## Menor riesgo de cortocircuito

El bobinado del estator integrado en el motor sumergible MS de Grundfos se encuentra herméticamente revestido de acero inoxidable. El resultado es una elevada estabilidad mecánica y una refrigeración óptima. Además, se elimina el riesgo de cortocircuito en los bobinados provocado por agua condensada.

## Cierre del eje

### MS 402

El cierre del eje es del tipo junta de labio que se caracteriza por su bajo rozamiento contra el eje del rotor.

La elección de la goma ofrece una buena resistencia al desgaste, buena elasticidad y resistencia a las partículas. El empleo de material de goma está aprobado para el bombeo de agua potable.

### MS 4000, MS6

El material es cerámico/carburo de tungsteno que proporciona un sellado óptimo, una óptima resistencia al desgaste y una larga vida útil.

El cierre del eje accionado por resorte se ha diseñado con una gran superficie y una protección contra arena. El resultado obtenido es un intercambio mínimo de los líquidos bombeados y del motor y la no penetración de partículas. Los motores de la versión R se suministran con un cierre SiC/SiC según DIN 24960. Se dispone de otras combinaciones según petición.

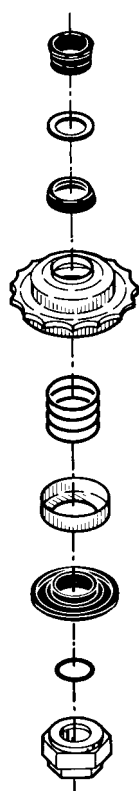
### Motores rebobinables MMS

El cierre del eje estándar es un cierre mecánico cerámico/de carbono. El cierre del eje se puede sustituir.

El material presenta una buena resistencia al desgaste y resistencia a las partículas.

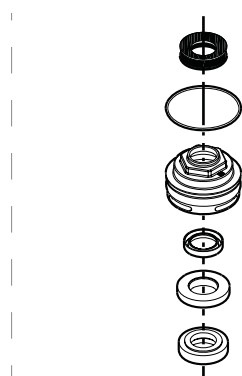
Junto con el alojamiento del cierre, la protección contra arena forma un cierre laberíntico, que durante las condiciones normales de funcionamiento impide la entrada de partículas de arena en el cierre.

A petición, los motores se pueden suministrar con un cierre SiC/SiC según DIN 24960.



TM00 7306 2100

**Fig. 12** Cierre del eje, MS 4000



TM03 9225 3607

**Fig. 13** Cierre del eje, MS6

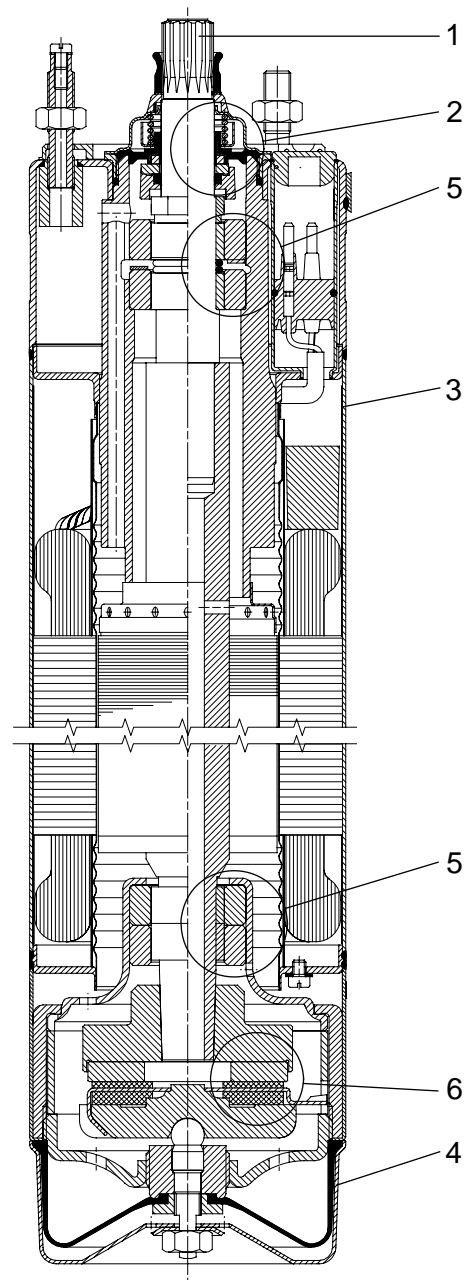
## Especificación de materiales para los motores MS

### Motores sumergibles MS 402 y MS 4000

Pos.	Pieza	MS 402	MS 4000
1	Eje	EN 1.4057	EN 1.4057
2	Cierre del eje	NBR	Carburo de tungsteno/cerámica
3	Camisa del motor	EN 1.4301	EN 1.4301
4	Protección terminal del motor		EN 1.4301
5	Cojinete radial	Cerámica	Cerámico/carburo tungsteno
6	Cojinete axial	Cerámica/carbono	Cerámica/carbono
	Piezas de goma	NBR	NBR

### Motor versión R

Pos.	Pieza	MS 4000
1	Eje	EN 1.4462
2	Cierre del eje	NBR/cerámica
3	Camisa del motor	EN 1.4539
4	Protección terminal del motor	EN 1.4539
5	Cojinete radial	Cerámico/carburo tungsteno
6	Cojinete de empuje	Cerámica/carbono
	Piezas de goma	NBR



TM00 7865 2196

Fig. 14 MS 4000

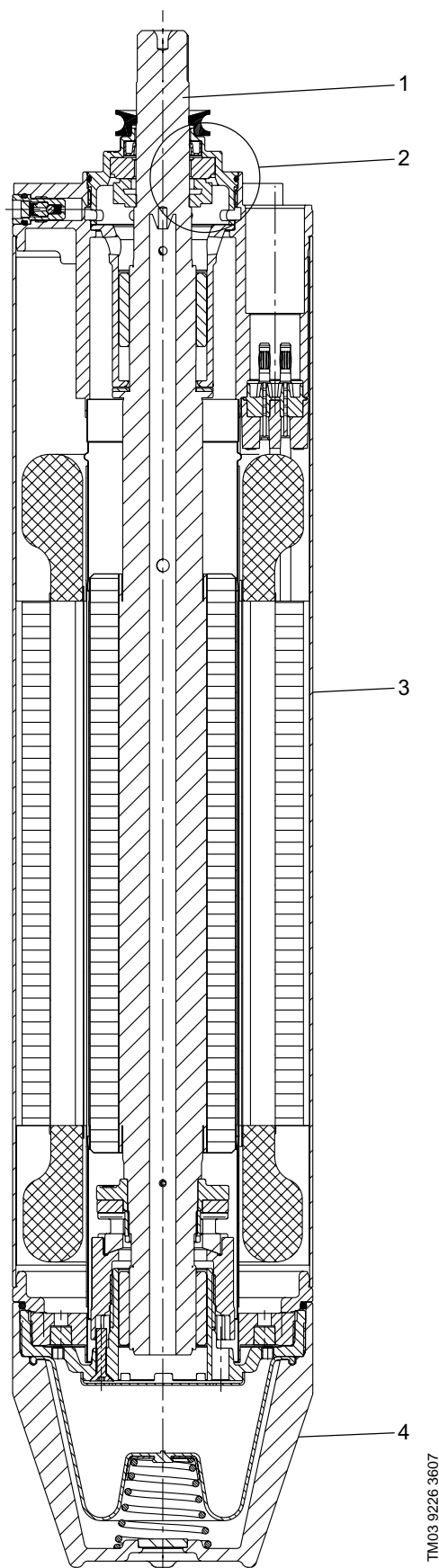


## Especificación de material para motores MS6

Pos.	Pieza	MS6
202	Eje con rotor	EN 1.4462
2	Cierre del eje	Cerámica/carbono
3	Camisa del motor	EN 1.4301
4	Tapa terminal del motor	EN 1.4308
	Piezas de goma	NBR/FKM

## Motor versión R

Pos.	Pieza	MS6
1	Eje	EN 1.4462
2	Cierre del eje	SiC/SiC
3	Camisa del motor	EN 1.4539
4	Tapa terminal del motor	EN 1.4517
	Piezas de goma	FKM



TM03 9226 3607

Fig. 15 MS6

## Especificación de materiales para motores MMS

### Motores rebobinables sumergibles

Pos.	Componente	Material	DIN/EN
202	Eje	Acero	1.0533
202a	Extremos del eje	Acero inoxidable	1.4460
203/ 206	Cojinete de empuje	6" 3,7-15 kW	Acero endurecido/EPDM
		12"	
	Parte fija/giratoria	6" 18.5-37 kW	Cerámica/carbono
		8"-10"	
204	Buje del cojinete	6"-10"	Carbono
		12"	Acero inoxidable/NBR
205	Alojamiento del cojinete, superior	Fundición	EN-JL1040
212	Diafragma	CR	
213	Protección terminal del motor	Fundición	EN-JL1040
218	Camisa del motor	Acero inoxidable	1.4301
220	Cable de motor	EPDM	
226	Cierre del eje	Cerámica/carbono	
235	Alojamiento intermedio	Fundición	EN-JL1040
236	Alojamiento del cojinete, inferior	Fundición	EN-JL1040

### Versiones N y R de los motores MMS

Pos.	Componente	Material	Versión	
			N	R*
			DIN/EN	DIN/EN
202	Eje	Acero	1.0533	1.0533
202a	Extremos del eje	Acero inoxidable	1.4460	1.4462
203/ 206	Cojinete de empuje Parte fija/giratoria:	Acero endurecido/EPDM		
	Cojinete de empuje Parte fija/giratoria:	Cerámica/carbono		
204	Buje del cojinete - 6"-10"	Carbono		
	Buje del cojinete - 12"	Acero inoxidable/NBR		
205	Alojamiento del cojinete, superior	Acero inoxidable	1.4401	1.4539
212	Diafragma	CR		
213	Protección terminal del motor	Acero inoxidable	1.4401	1.4539
218	Camisa del motor	Acero inoxidable	1.4401	1.4539
220	Cable de motor	EPDM		
226	Cierre del eje	Cerámica/carbono		
235	Alojamiento intermedio	Acero inoxidable	1.4401	1.4539
236	Alojamiento del cojinete, inferior	Acero inoxidable	1.4401	1.4539

\* Sólo MMS 6000 y MMS 8000 están disponibles en las versiones R

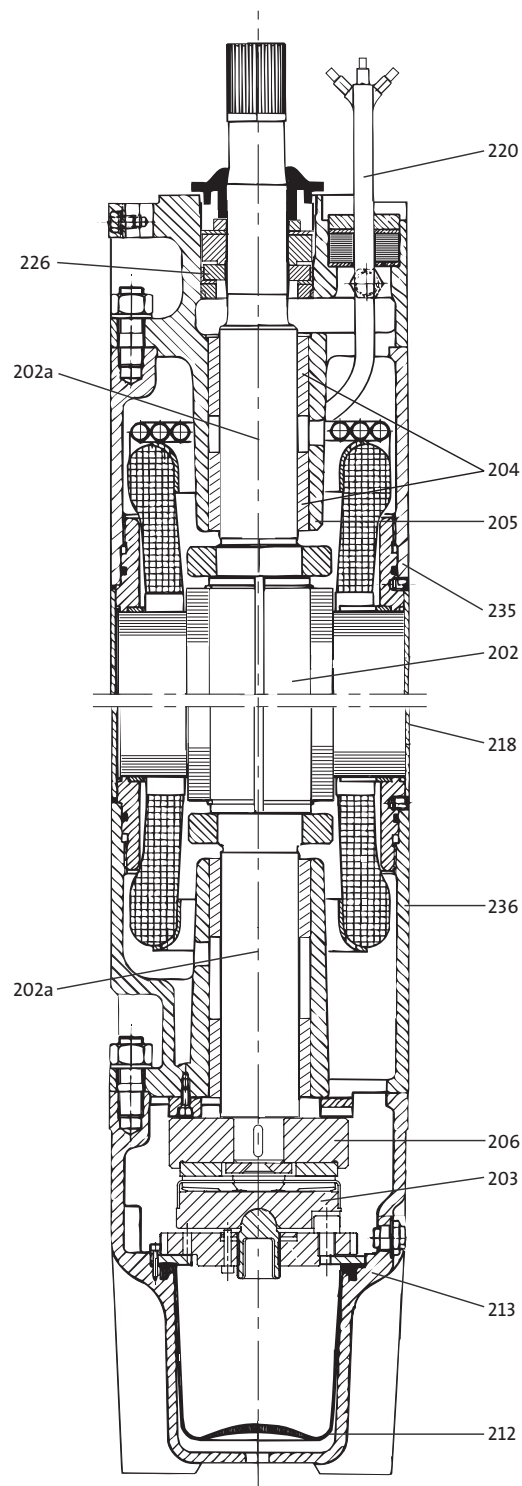


Fig. 16 MMS 10000

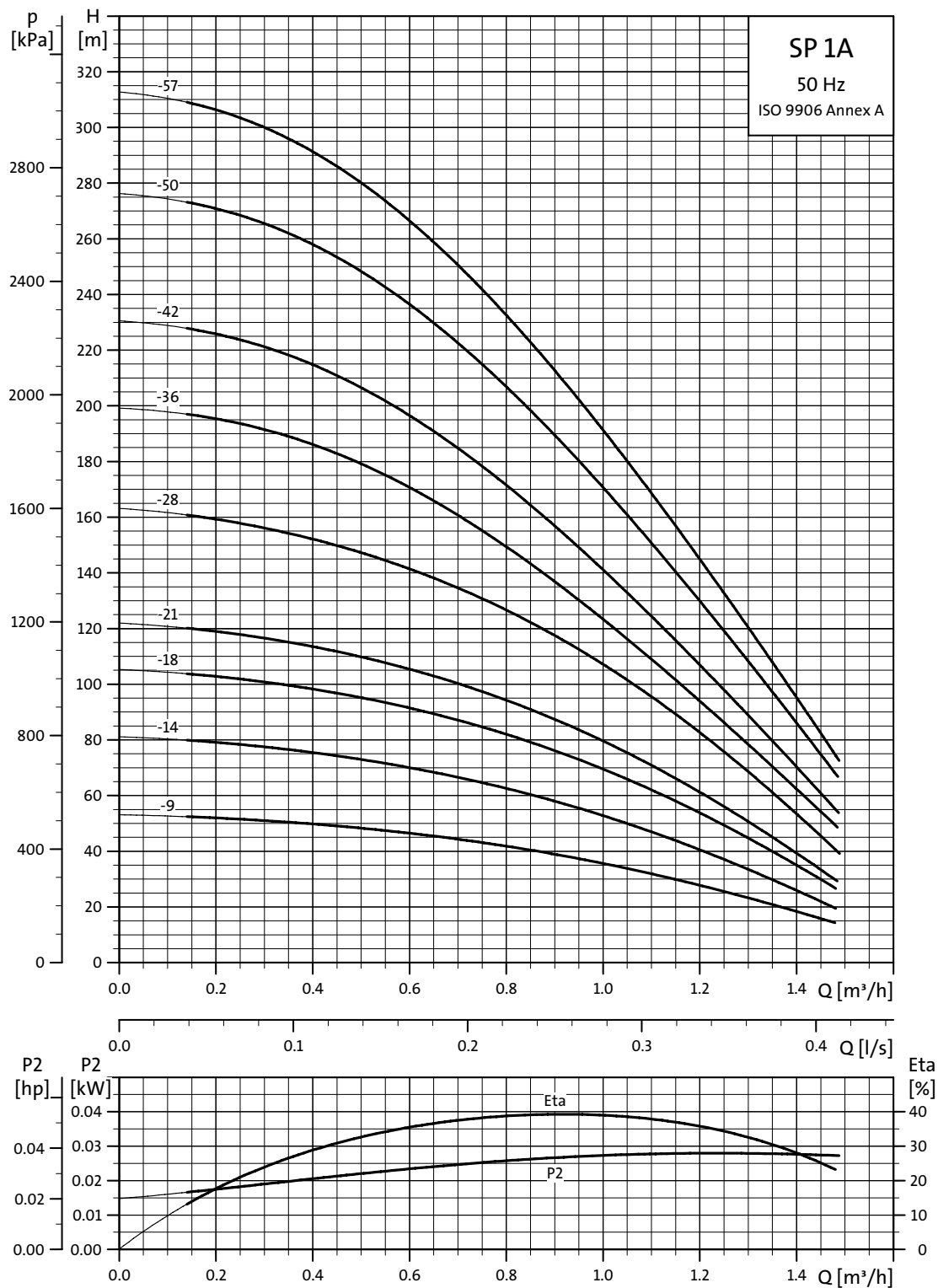
TM01 4985 0404



# Curvas de funcionamiento/ Datos técnicos

Bombas sumergibles  
SP 1A

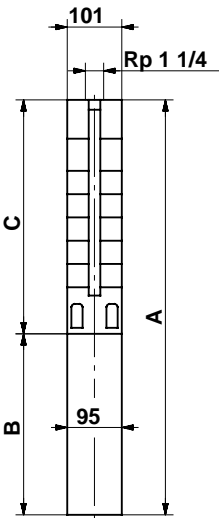
## SP 1A



TM00 7271 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 4.

Dimensiones y pesos

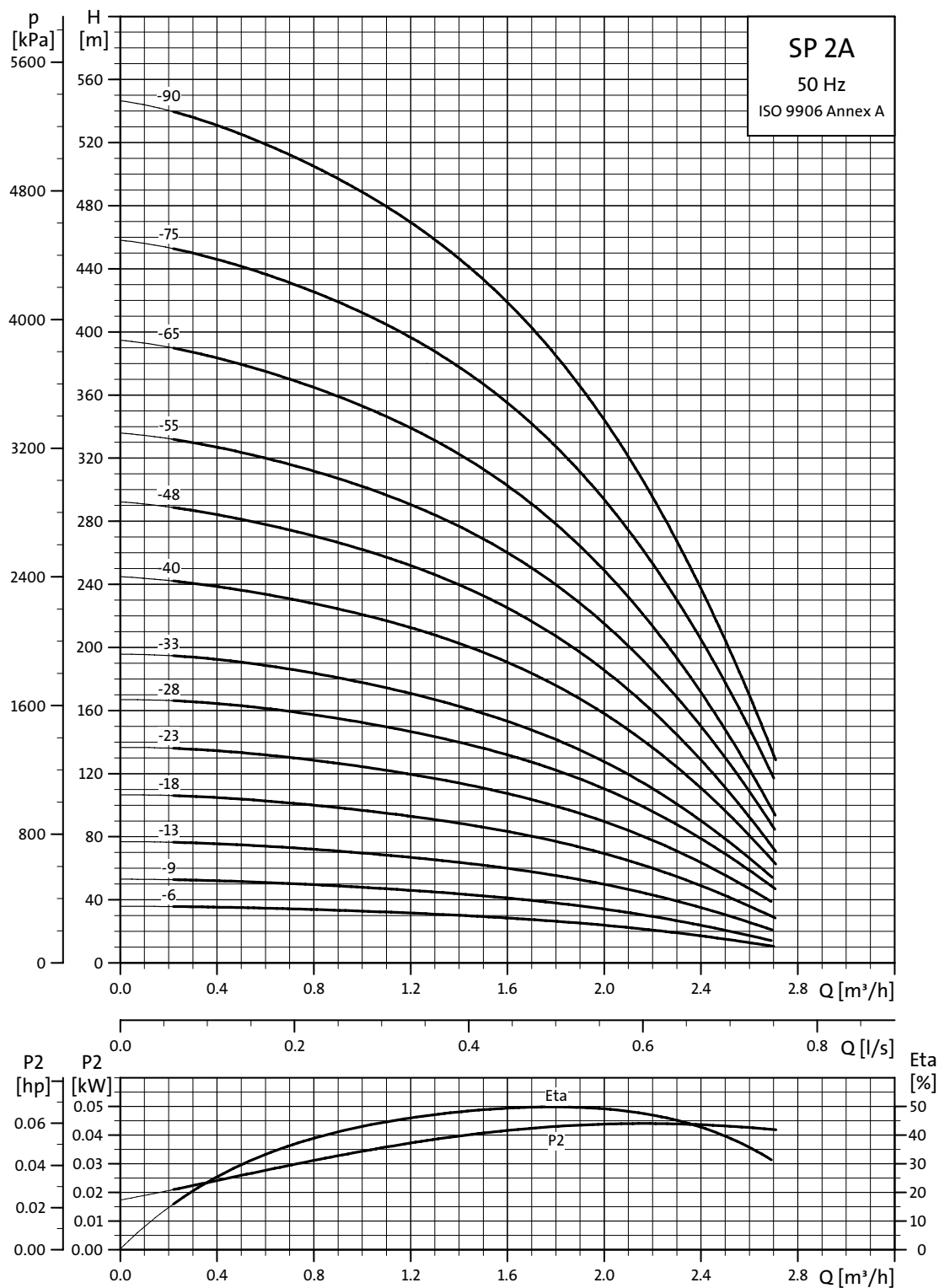


TM00 0955 1196

101 mm = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]				Peso neto [kg]		
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A			
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V		
								1x230V	3x230V 3x400V
SP 1A-9	MS 402	0.37	344	256	226	600	570	11	9
SP 1A-14	MS 402	0.37	449	256	226	705	675	12	10
SP 1A-18	MS 402	0.55	533	291	241	824	774	14	12
SP 1A-21	MS 402	0.55	596	291	241	887	837	14	12
SP 1A-28	MS 402	0.75	743	306	276	1049	1019	16	15
SP 1A-36	MS 402	1.1	956	346	306	1302	1262	25	23
SP 1A-42	MS 402	1.1	1082	346	306	1428	1388	27	25
SP 1A-50	MS 402	1.5	1250	346	346	1596	1596	30	29
SP 1A-57	MS 402	1.5	1397	346	346	1743	1743	32	32

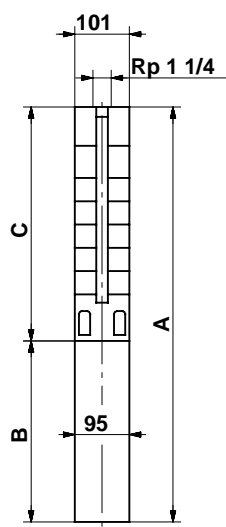
## SP 2A



TM00 7272 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 4.

## Dimensiones y pesos



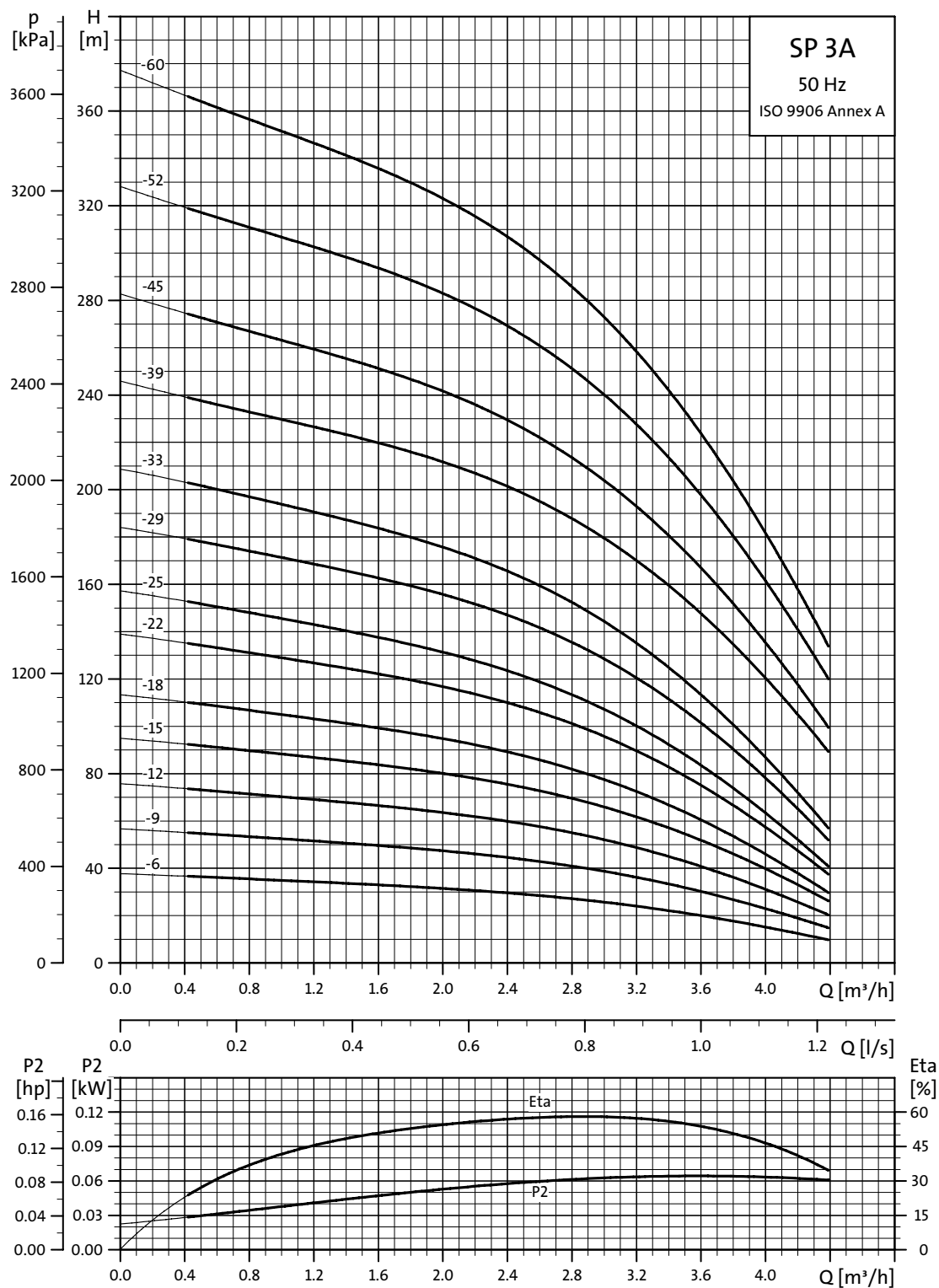
101 mm = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

SP 2A-75 y SP 2A-90 están montados en la camisa para una conexión R 1½ y con un diámetro máx. de 108 mm.

TM00 0955 1196

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]					Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V		
SP 2A-6	MS 402	0.37	281	256	226	537	507	10	9
SP 2A-9	MS 402	0.37	344	256	226	600	570	11	9
SP 2A-13	MS 402	0.55	428	291	241	719	669	13	11
SP 2A-18	MS 402	0.75	533	306	276	839	809	15	13
SP 2A-23	MS 402	1.1	638	346	306	984	944	17	16
SP 2A-28	MS 402	1.5	743	346	346	1089	1089	19	18
SP 2A-33	MS 402	1.5	844	346	346	1190	1190	20	19
SP 2A-40	MS 4000	2.2	1040	573		1613		37	
SP 2A-40	MS 402	2.2	1040		346		1386		27
SP 2A-48	MS 4000	2.2	1208	573		1781		39	
SP 2A-48	MS 402	2.2	1208		346		1554		30
SP 2A-55	MS 4000	3.0	1355		493		1848		38
SP 2A-65	MS 4000	3.0	1565		493		2058		41
SP 2A-75	MS 4000	4.0	1954		573		2527		57
SP 2A-90	MS 4000	4.0	2269		573		2842		64

## SP 3A

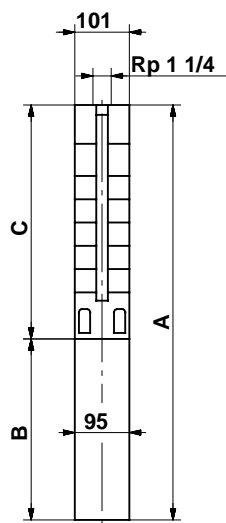


TM00 7273 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



### Dimensiones y pesos

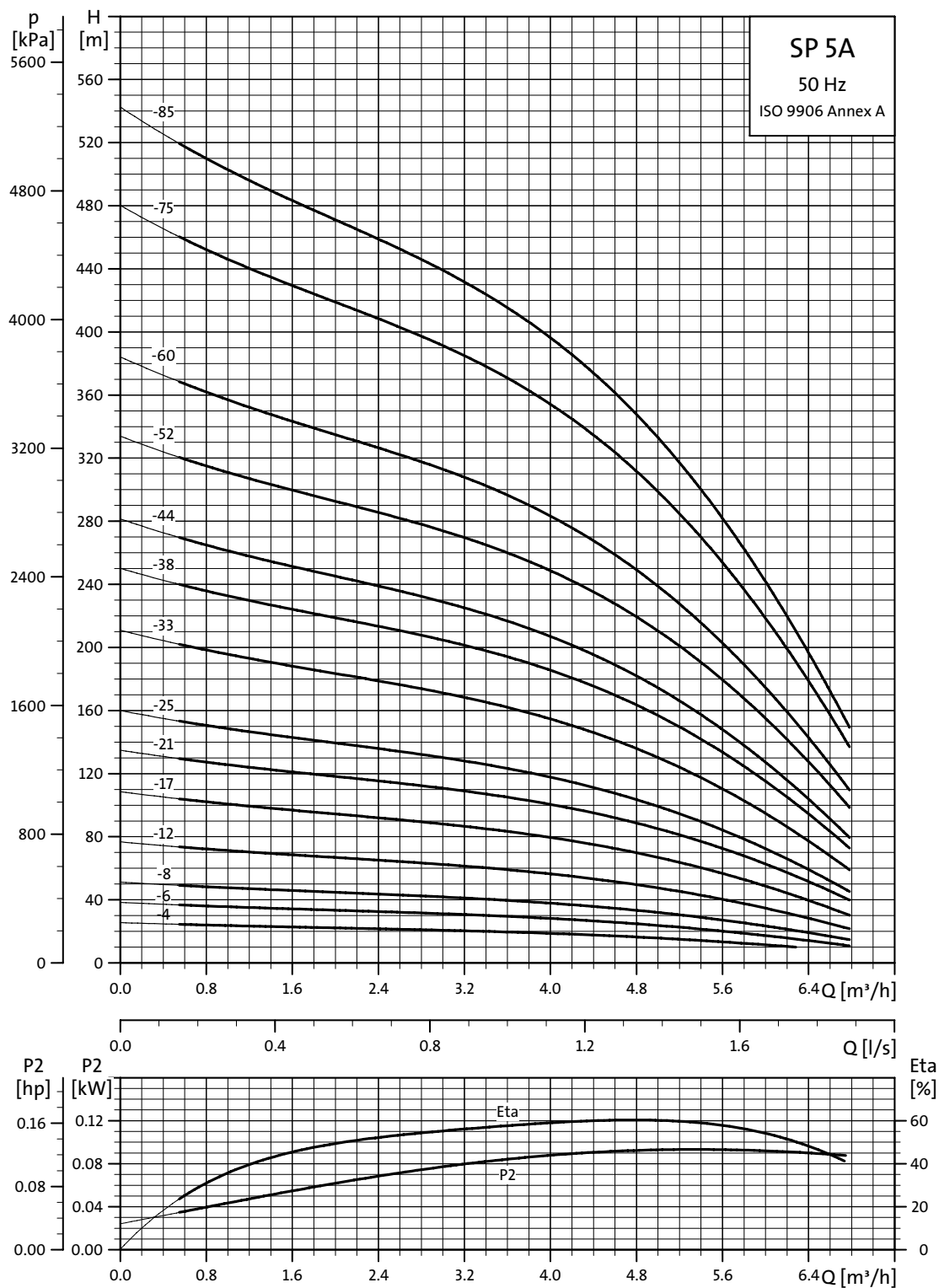


101 mm = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

TM00 0955 1196

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]					Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V		
SP 3A-6	MS 402	0.37	281	256	226	537	507	10	9
SP 3A-6N	MS 4000R	2.2	326	573		899		26	
SP 3A-6N	MS 4000R	0.75	326		398		724		18
SP 3A-9	MS 402	0.55	344	291	241	635	585	12	10
SP 3A-9N	MS 4000R	2.2	389	573		962		27	
SP 3A-9N	MS 4000R	0.75	389		398		787		19
SP 3A-12	MS 402	0.75	407	306	276	713	683	13	12
SP 3A-12N	MS 4000R	2.2	452	573		1025		28	
SP 3A-12N	MS 4000R	0.75	452		398		850		20
SP 3A-15	MS 402	1.1	470	346	306	816	776	16	14
SP 3A-15N	MS 4000R	2.2	515	573		1088		29	
SP 3A-15N	MS 4000R	1.1	515		413		928		22
SP 3A-18	MS 402	1.1	533	346	306	879	839	16	15
SP 3A-18N	MS 4000R	2.2	578	573		1151		30	
SP 3A-18N	MS 4000R	1.1	578		413		991		23
SP 3A-22	MS 402	1.5	617	346	346	963	963	18	17
SP 3A-22N	MS 4000R	2.2	662	573		1235		31	
SP 3A-22N	MS 4000R	1.5	662		413		1075		24
SP 3A-25	MS 402	1.5	680	346	346	1026	1026	18	18
SP 3A-25N	MS 4000R	2.2	725	573		1298		32	
SP 3A-25N	MS 4000R	1.5	725		413		1138		25
SP 3A-29	MS 4000	2.2	764	573		1337		29	
SP 3A-29	MS 402	2.2	764		346		1110		20
SP 3A-29N	MS 4000R	2.2	809	573	453	1382	1262	33	28
SP 3A-33	MS 4000	2.2	848	573		1421		30	
SP 3A-33	MS 402	2.2	848		346		1194		21
SP 3A-33N	MS 4000R	2.2	893	573	453	1466	1346	34	29
SP 3A-39	MS 4000	3.0	1019		493		1512		32
SP 3A-39N	MS 4000R	3.0	1019		493		1512		32
SP 3A-45	MS 4000	3.0	1145		493		1638		34
SP 3A-45N	MS 4000R	3.0	1145		493		1638		34
SP 3A-52	MS 4000	4.0	1292		573		1865		41
SP 3A-52N	MS 4000R	4.0	1292		573		1865		41
SP 3A-60	MS 4000	4.0	1460		573		2033		43
SP 3A-60N	MS 4000R	4.0	1460		573		2033		43

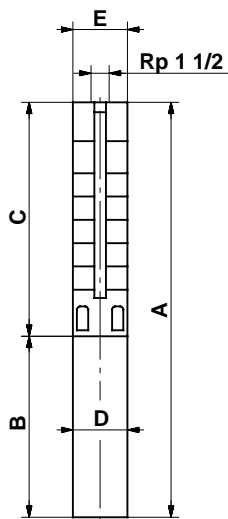
## SP 5A



TM00 7274 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

### Dimensiones y pesos



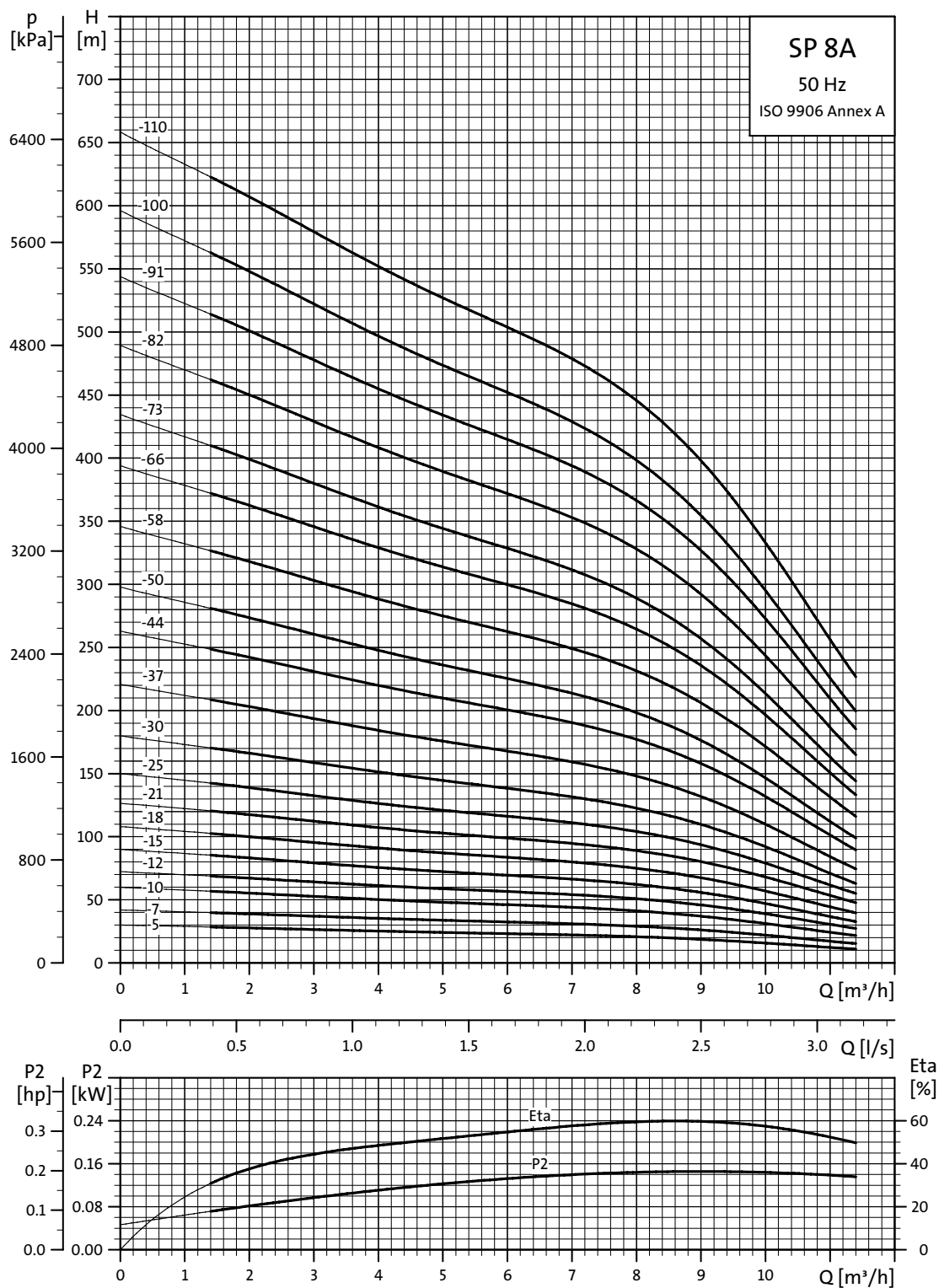
TM00 0956 1196

SP 5A-75 y SP 5A-85 están montados en camisa para la conexión R 1 1/2.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]								Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		D	E	Peso neto [kg]		
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V			1x230V	3x230V 3x400V	
SP 5A-4	MS 402	0.37	240	256	226	496	466	95	101	10	8	
SP 5A-4N	MS 4000R	2.2	284	573		857		95	101	25		
SP 5A-4N	MS 4000R	0.75	284		398		682	95	101		17	
SP 5A-6	MS 402	0.55	282	291	241	573	523	95	101	11	10	
SP 5A-6N	MS 4000R	2.2	326	573		899		95	101	26		
SP 5A-6N	MS 4000R	0.75	326		398		724	95	101		18	
SP 5A-8	MS 402	0.75	324	306	276	630	600	95	101	13	11	
SP 5A-8N	MS 4000R	2.2	368	573		941		95	101	27		
SP 5A-8N	MS 4000R	0.75	368		398		766	95	101		19	
SP 5A-12	MS 402	1.1	408	346	306	754	714	95	101	15	13	
SP 5A-12N	MS 4000R	2.2	452	573		1025		95	101	28		
SP 5A-12N	MS 4000R	1.1	452		413		865	95	101		21	
SP 5A-17	MS 402	1.5	513	346	346	859	859	95	101	17	16	
SP 5A-17N	MS 4000R	2.2	557	573		1130		95	101	29		
SP 5A-17N	MS 4000R	1.5	557		413		970	95	101		22	
SP 5A-21	MS 4000	2.2	597	573		1170		95	101	27		
SP 5A-21	MS 402	2.2	597		346		943	95	101		18	
SP 5A-21N	MS 4000R	2.2	641	573	453	1214	1094	95	101	30	25	
SP 5A-25	MS 4000	2.2	681	573		1254		95	101	28		
SP 5A-25	MS 402	2.2	681		346		1027	95	101		19	
SP 5A-25N	MS 4000R	2.2	725	573	453	1298	1178	95	101	32	27	
SP 5A-33	MS 4000	3.0	849		493		1342	95	101		26	
SP 5A-33N	MS 4000R	3.0	893		493		1386	95	101		30	
SP 5A-38	MS 4000	4.0	998		573		1571	95	101		36	
SP 5A-38N	MS 4000R	4.0	998		573		1571	95	101		36	
SP 5A-44	MS 4000	4.0	1124		573		1697	95	101		38	
SP 5A-44N	MS 4000R	4.0	1124		573		1697	95	101		38	
SP 5A-52	MS 4000	5.5	1292		673		1965	95	101		46	
SP 5A-52N	MS 4000R	5.5	1292		673		1965	95	101		46	
SP 5A-60	MS 4000	5.5	1460		673		2133	95	101		48	
SP 5A-60N	MS 4000R	5.5	1460		673		2133	95	101		48	
SP 5A-52	MS6	5.5	1354		535		1889	143	138		60	
SP 5A-52N	MS6R	5.5	1354		535		1889	143	138		60	
SP 5A-60	MS6	5.5	1522		535		2057	143	138		63	
SP 5A-60N	MS6R	5.5	1522		535		2057	143	138		63	
SP 5A-75	MS6	7.5	2146		565		2711	143	140		86	
SP 5A-85	MS6	7.5	2356		565		2921	143	140		92	

E = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

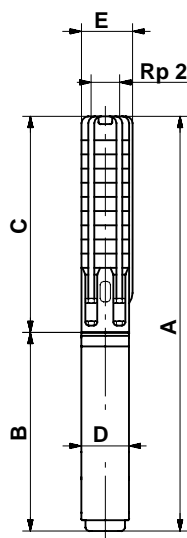
## SP 8A



TM00 7275 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

### Dimensiones y pesos



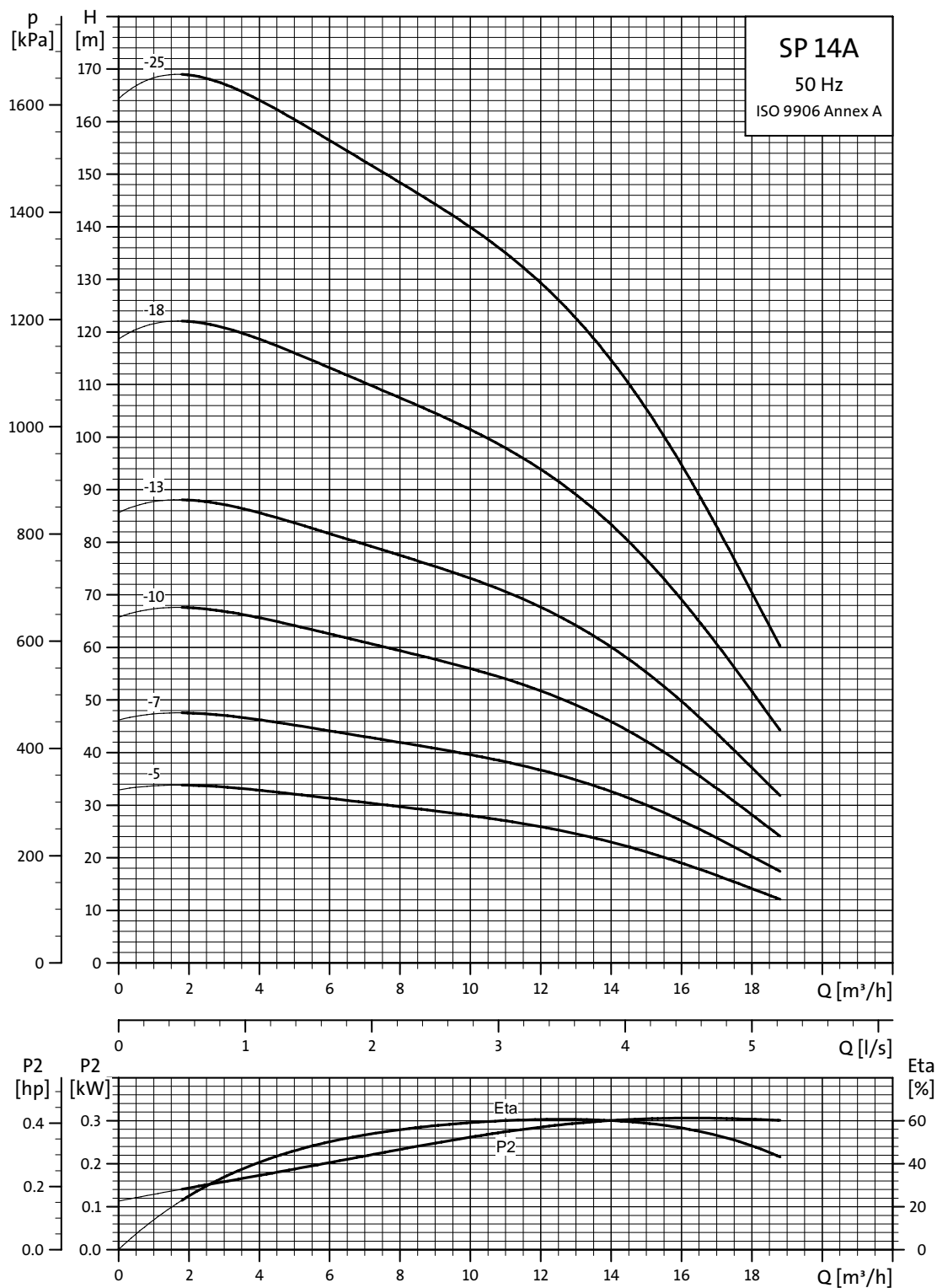
TM00 0957 1196

SP 8A-58(N) a SP 8A-110(N) están montados en camisa para conexión R 2.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]							Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		D	E		
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V				
										1x230V	3x230V 3x400V
SP 8A-5	MS 402	0.75	409	306	276	715	685	95	101	15	13
SP 8A-5N (R)	MS 4000R	2.2	409	573		982		95	101	27	
SP 8A-5N (R)	MS 4000R	0.75	409		398		807	95	101		19
SP 8A-7	MS 402	1.1	493	346	306	839	799	95	101	17	16
SP 8A-7N (R)	MS 4000R	2.2	493	573		1066		95	101	28	
SP 8A-7N (R)	MS 4000R	1.1	493		413		906	95	101		21
SP 8A-10	MS 402	1.5	619	346	346	965	965	95	101	19	19
SP 8A-10N (R)	MS 4000R	2.2	619	573		1192		95	101	30	
SP 8A-10N (R)	MS 4000R	1.5	619		413		1032	95	101		23
SP 8A-12	MS 4000	2.2	703	573		1276		95	101	30	
SP 8A-12	MS 402	2.2	703		346		1049	95	101		21
SP 8A-12N (R)	MS 4000R	2.2	703	573	453	1276	1156	95	101	30	25
SP 8A-15	MS 4000	2.2	829	573		1402		95	101	32	
SP 8A-15	MS 402	2.2	829		346		1175	95	101		23
SP 8A-15N (R)	MS 4000R	2.2	829	573	453	1402	1282	95	101	32	27
SP 8A-18	MS 4000	3.0	955		493		1448	95	101		29
SP 8A-18N (R)	MS 4000R	3.0	955		493		1448	95	101		29
SP 8A-21	MS 4000	4.0	1081		573		1654	95	101		35
SP 8A-21N (R)	MS 4000R	4.0	1081		573		1654	95	101		35
SP 8A-25	MS 4000	4.0	1249		573		1822	95	101		37
SP 8A-25N (R)	MS 4000R	4.0	1249		573		1822	95	101		37
SP 8A-30	MS 4000	5.5	1459		673		2132	95	101		45
SP 8A-30N (R)	MS 4000R	5.5	1459		673		2132	95	101		45
SP 8A-37	MS 4000	5.5	1753		673		2426	95	101		49
SP 8A-37N (R)	MS 4000R	5.5	1753		673		2426	95	101		49
SP 8A-30	MS6	5.5	1521		535		2056	143	138		56
SP 8A-30N	MS6R	5.5	1521		535		2056	143	138		56
SP 8A-37	MS6	5.5	1815		535		2350	143	138		60
SP 8A-37N	MS6R	5.5	1815		535		2350	143	138		60
SP 8A-44	MS 4000	7.5	2051		773		2824	95	101		60
SP 8A-44N	MS 4000	7.5	2051		773		2824	95	101		60
SP 8A-44	MS6	7.5	2109		565		2674	143	138		66
SP 8A-44N	MS6R	7.5	2109		565		2674	143	138		66
SP 8A-50	MS 4000	7.5	2303		773		3076	95	101		64
SP 8A-50N	MS 4000	7.5	2303		773		3076	95	101		64
SP 8A-50	MS6	7.5	2361		565		2926	143	138		70
SP 8A-50N	MS6R	7.5	2361		565		2926	143	138		70
SP 8A-58	MS6	9.2	3013		590		3603	143	140		104
SP 8A-58N	MS6R	9.2	3013		590		3603	143	140		104
SP 8A-66	MS6	11.0	3349		683		4032	143	140		114
SP 8A-66N	MS6R	11.0	3349		683		4032	143	140		114
SP 8A-73	MS6	11.0	3643		683		4326	143	140		120
SP 8A-73N	MS6R	11.0	3643		683		4326	143	140		120
SP 8A-82	MS6	13.0	4021		708		4729	143	140		131
SP 8A-82N	MS6R	13.0	4021		708		4729	143	140		131
SP 8A-91	MS6	15.0	4399		738		5137	143	140		143
SP 8A-91N	MS6R	15.0	4399		738		5137	143	140		143
SP 8A-100	MS6	15.0	4777		738		5515	143	140		150
SP 8A-100N	MS6R	15.0	4777		738		5515	143	140		150
SP 8A-110	MS6	18.5	5197		783		5980	143	140		164
SP 8A-110N	MS6R	18.5	5197		783		5980	143	140		164

E = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

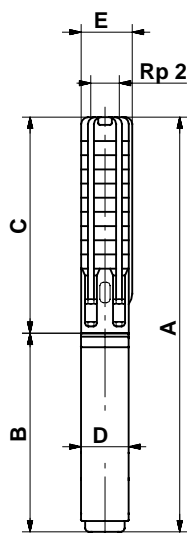
## SP 14A



TM00 7276 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

## Dimensiones y pesos

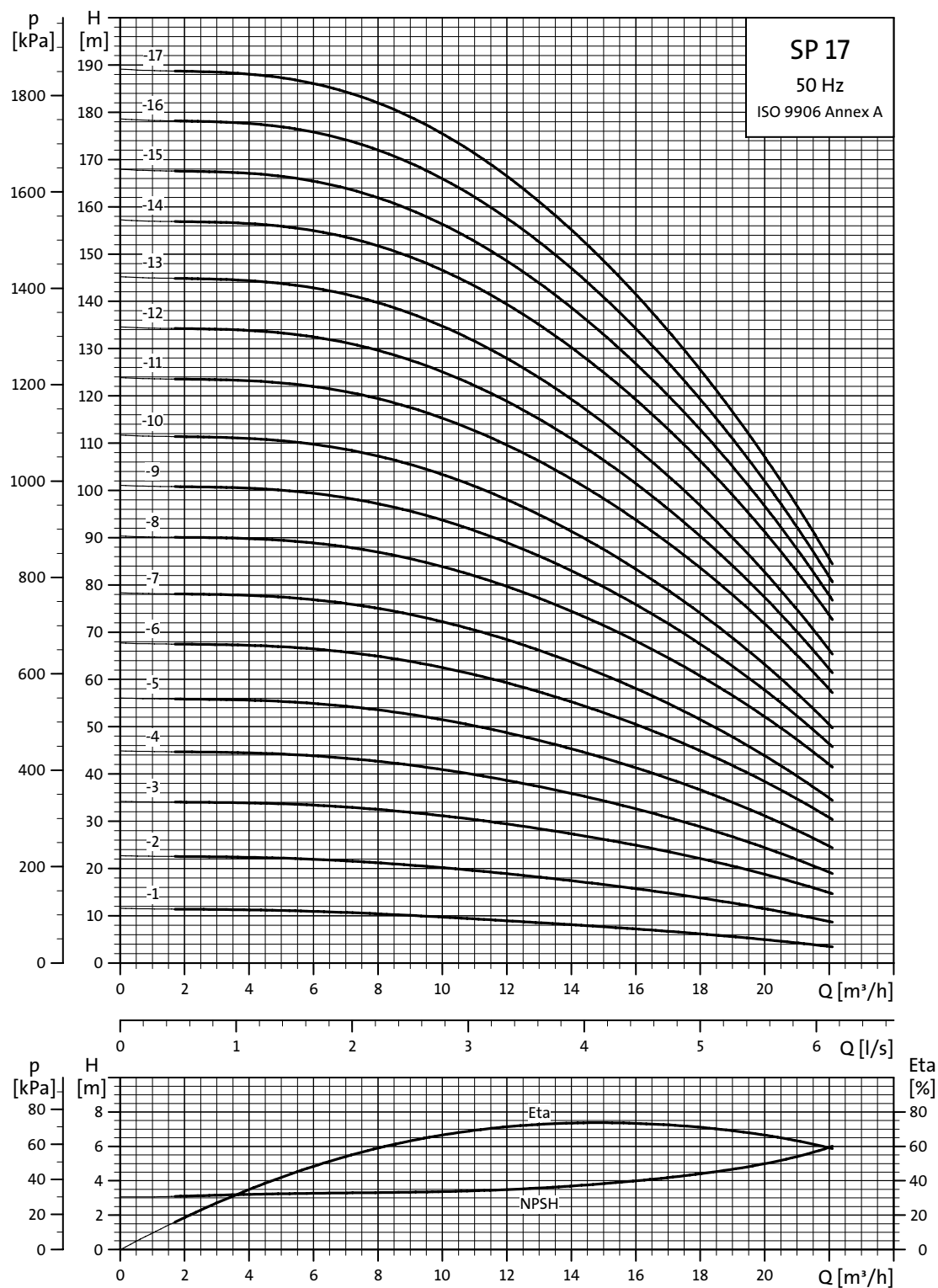


TM00 0957 1196

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]						Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		D	E	
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V			1x230V 3x400V
SP 14A-5	MS 402	1.5	510	346	346	856	856	95	101	18 17
SP 14A-7	MS 4000	2.2	640	573		1213		95	101	29
SP 14A-7	MS 402	2.2	640		346		986	95	101	19
SP 14A-10	MS 4000	3.0	835		493		1328	95	101	27
SP 14A-13	MS 4000	4.0	1030		573		1603	95	101	33
SP 14A-18	MS 4000	5.5	1355		673		2028	95	101	41
SP 14A-25	MS 4000	7.5	1810		773		2584	95	101	67
SP 14A-18	MS6	5.5	1417		535		1952	143	138	52
SP 14A-25	MS6	7.5	1872		565		2437	143	138	60

E = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

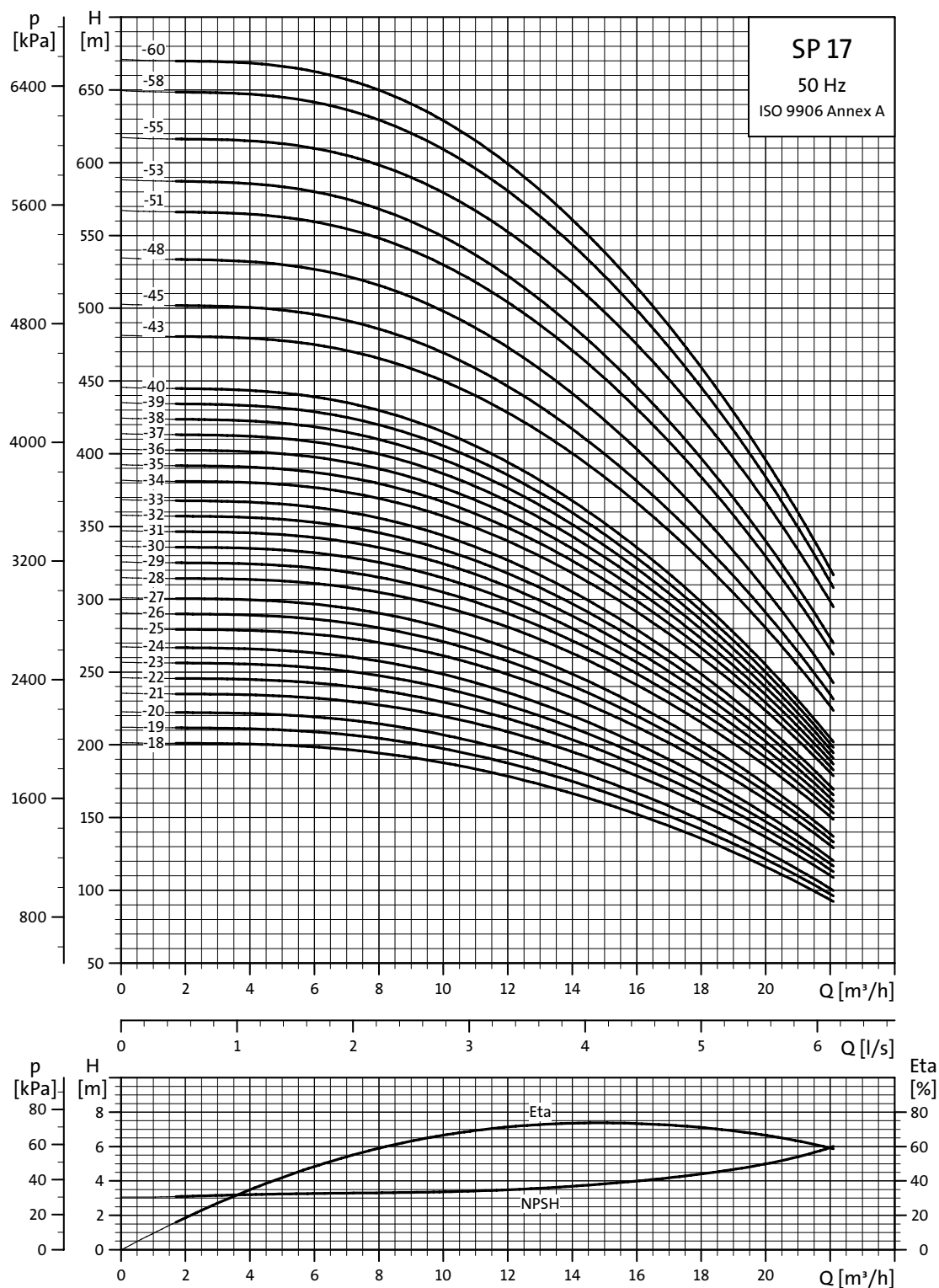
## SP 17



TM01 8757 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

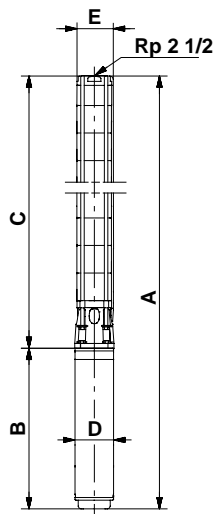




TM01 8758 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

### Dimensiones y pesos



TM01 2435 1798

SP 17-43 a SP 17-60 están montados en camisa para conexión R 3.

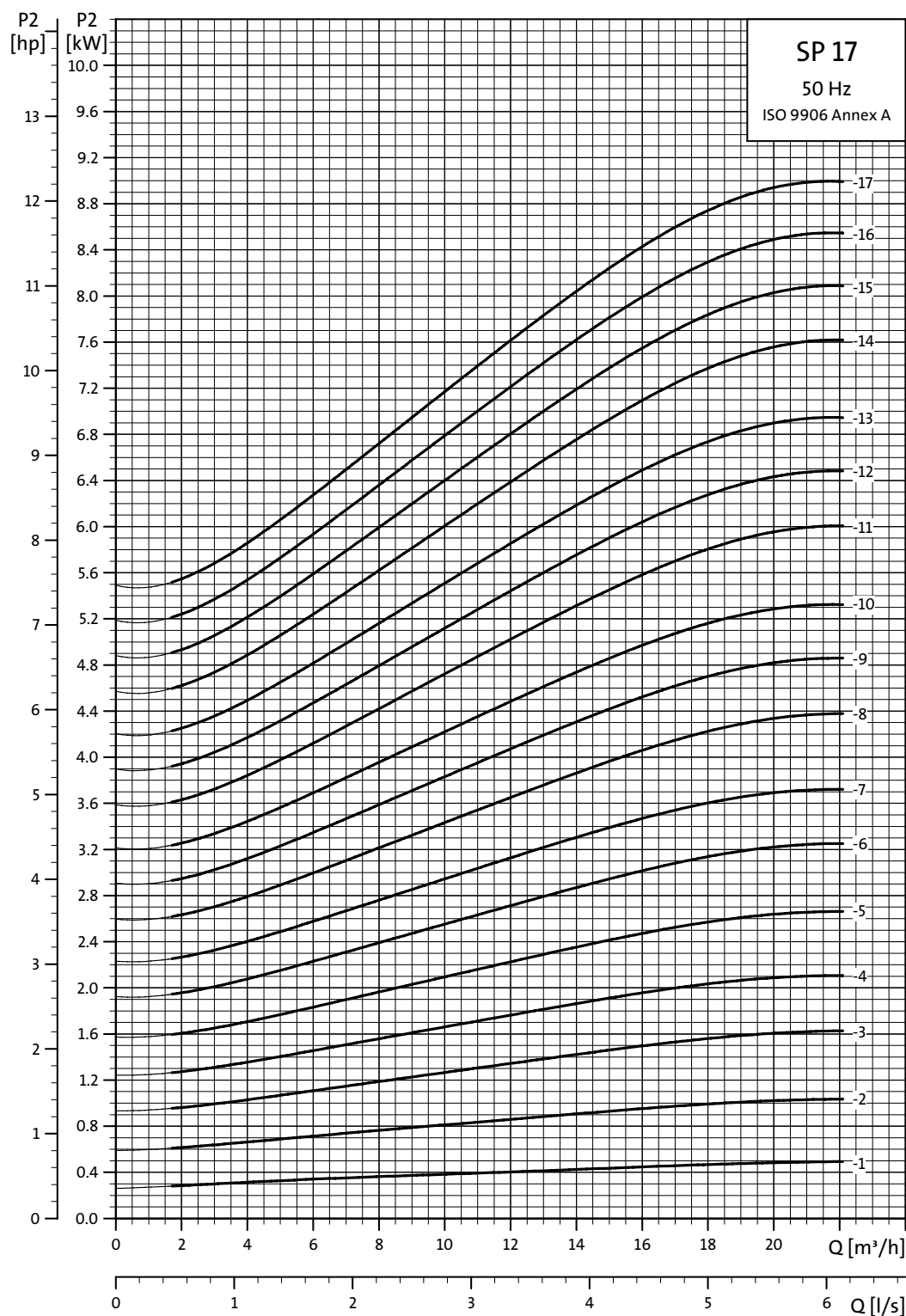
Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]								Peso neto	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		D	E*	E**	[kg]	
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V				1x230V	3x230V 3x400V
SP 17-1	MS 402	0.55	314	291	241	605	555	95	131		13	11
SP 17-1 N (R)	MS 4000 R	0.75	314		398		712	95	131			17
SP 17-1 N (R)	MS 4000 R	2.2	314	573		887		95	131		26	
SP 17-2	MS 402	1.1	374	346	306	720	680	95	131		17	15
SP 17-2 N (R)	MS 4000 R	1.1	374		413		787	95	131			20
SP 17-2 N (R)	MS 4000 R	2.2	374	573		947		95	131		27	
SP 17-3	MS 402	2.2	435		346		781	95	131			19
SP 17-3 N (R)	MS 4000 R	2.2	435	573	453	1008	888	95	131		28	23
SP 17-4	MS 402	2.2	495		346		841	95	131			20
SP 17-4	MS 4000	2.2	495	573	453	1068	948	95	131		29	24
SP 17-5	MS 4000	3.0	556		494		1050	95	131			26
SP 17-6	MS 4000	4.0	616		574		1190	95	131			31
SP 17-7	MS 4000	4.0	677		574		1251	95	131			33
SP 17-8	MS 4000	5.5	737		674		1411	95	131			39
SP 17-9	MS 4000	5.5	798		674		1472	95	131			40
SP 17-10	MS 4000	5.5	858		674		1532	95	131			41
SP 17-11	MS 4000	7.5	919		773		1692	95	131			47
SP 17-12	MS 4000	7.5	979		773		1752	95	131			49
SP 17-13	MS 4000	7.5	1040		773		1813	95	131			50
SP 17-8	MS6	5.5	753		535		1288	143	142	142		50
SP 17-9	MS6	5.5	814		535		1349	143	142	142		51
SP 17-10	MS6	5.5	874		535		1409	143	142	142		53
SP 17-11	MS6	7.5	935		565		1500	143	142	142		55
SP 17-12	MS6	7.5	995		565		1560	143	142	142		56
SP 17-13	MS6	7.5	1056		565		1621	143	142	142		57
SP 17-14	MS6	9.2	1116		590		1706	143	142	142		64
SP 17-15	MS6	9.2	1177		590		1767	143	142	142		65
SP 17-16	MS6	9.2	1237		590		1827	143	142	142		66
SP 17-17	MS6	9.2	1298		590		1888	143	142	142		67
SP 17-18	MS6	11	1358		683		2041	143	142	142		72
SP 17-19	MS6	11	1419		683		2102	143	142	142		73
SP 17-20	MS6	11	1479		683		2162	143	142	142		74
SP 17-21	MS6	13	1540		708		2248	143	142	142		78
SP 17-22	MS6	13	1600		708		2308	143	142	142		79
SP 17-23	MS6	13	1661		708		2369	143	142	142		81
SP 17-24	MS6	13	1721		708		2429	143	142	142		82
SP 17-25	MS6	15	1782		738		2520	143	142	142		87
SP 17-26	MS6	15	1842		738		2580	143	142	142		88
SP 17-27	MS6	15	1903		738		2641	143	142	142		89
SP 17-28	MS6	18.5	1963		783		2746	143	142	142		96
SP 17-29	MS6	18.5	2024		783		2807	143	142	142		97
SP 17-30	MS6	18.5	2084		783		2867	143	142	142		99
SP 17-31	MS6	18.5	2145		783		2928	143	142	142		100
SP 17-32	MS6	18.5	2205		783		2988	143	142	142		101
SP 17-33	MS6	18.5	2266		783		3049	143	142	142		102
SP 17-34	MS6	22	2326		838		3164	143	142	142		109
SP 17-35	MS6	22	2387		838		3225	143	142	142		111
SP 17-36	MS6	22	2447		838		3285	143	142	142		112
SP 17-37	MS6	22	2508		838		3346	143	142	142		113
SP 17-38	MS6	22	2568		838		3406	143	142	142		114
SP 17-39	MS6	22	2629		838		3467	143	142	142		115
SP 17-40	MS6	22	2689		838		3527	143	142	142		117
SP 17-43	MS6	26	3118		903		4021	143	175	181		164
SP 17-45	MS6	26	3239		903		4142	143	175	181		167
SP 17-48	MS6	26	3420		903		4323	143	175	181		172
SP 17-51	MS6	30	3602		968		4570	143	175	181		185
SP 17-53	MS6	30	3723		968		4691	143	175	181		189
SP 17-55	MMS 6000	37	3844		1425		5269	144	175	181		239
SP 17-58	MMS 6000	37	4025		1425		5450	144	175	181		244
SP 17-60	MMS 6000	37	4146		1425		5571	144	175	181		248

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

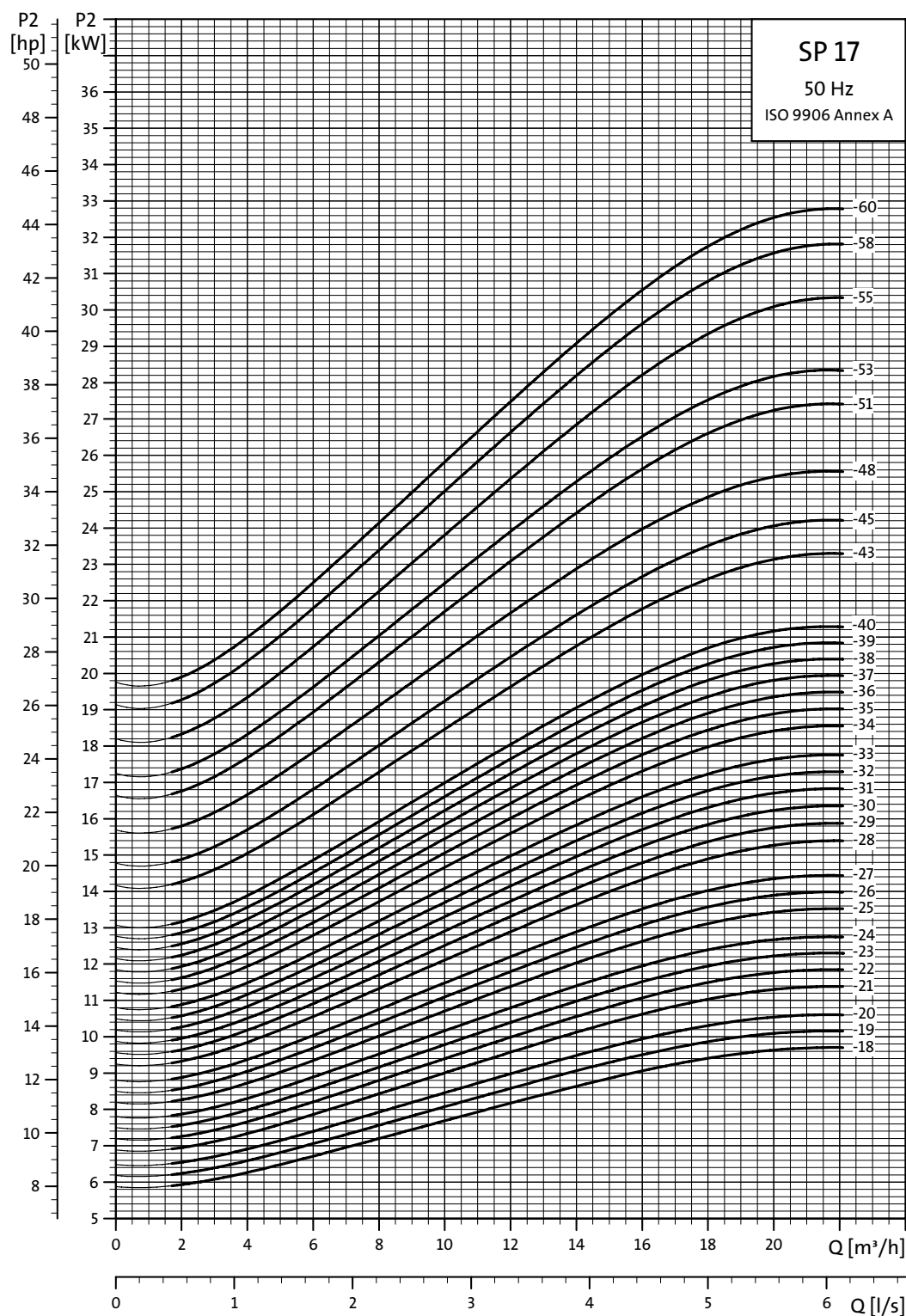
\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones R y N, ver la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

Son posibles otros tipos de conexión por medio de piezas de conexión, ver la página 88.

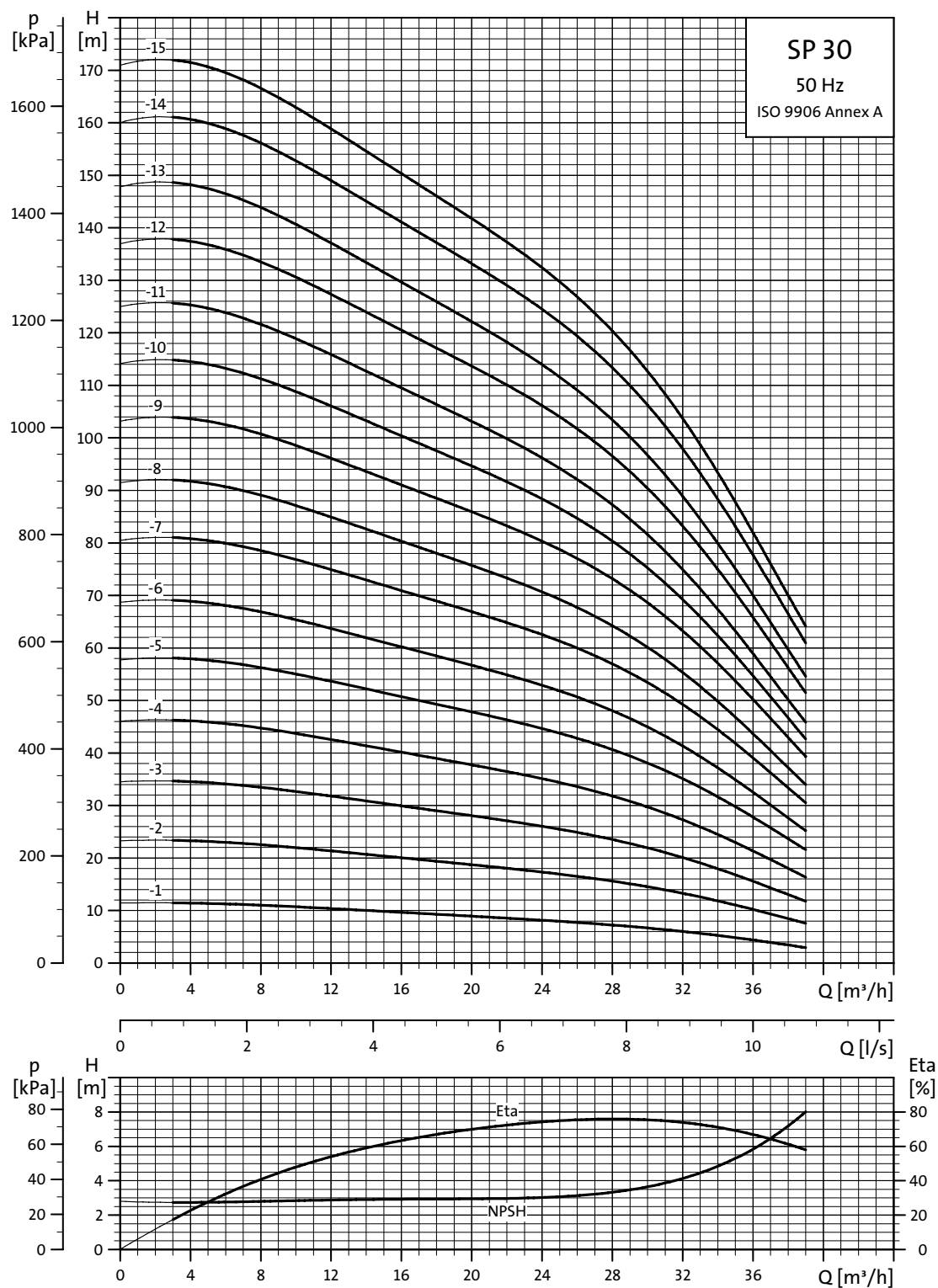


TM01 8759 4702



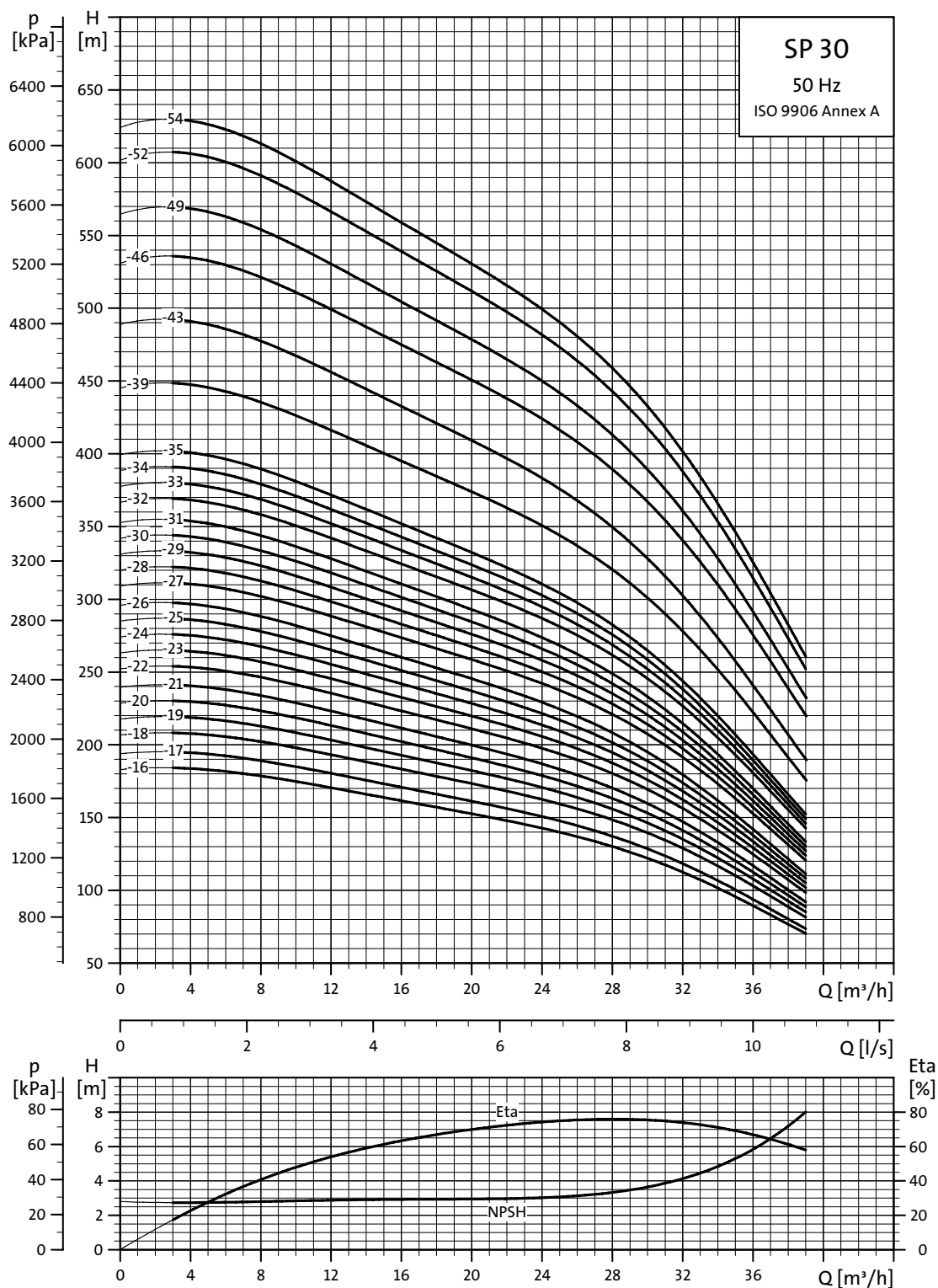
TM01 8760 4702

## SP 30



TM01 8761 4702

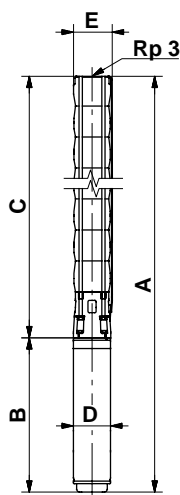
Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



TM01 8762 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

### Dimensiones y pesos



TM00 0960 1196

SP 30-39 a SP 30-54 están montados en camisa para conexión R 3.

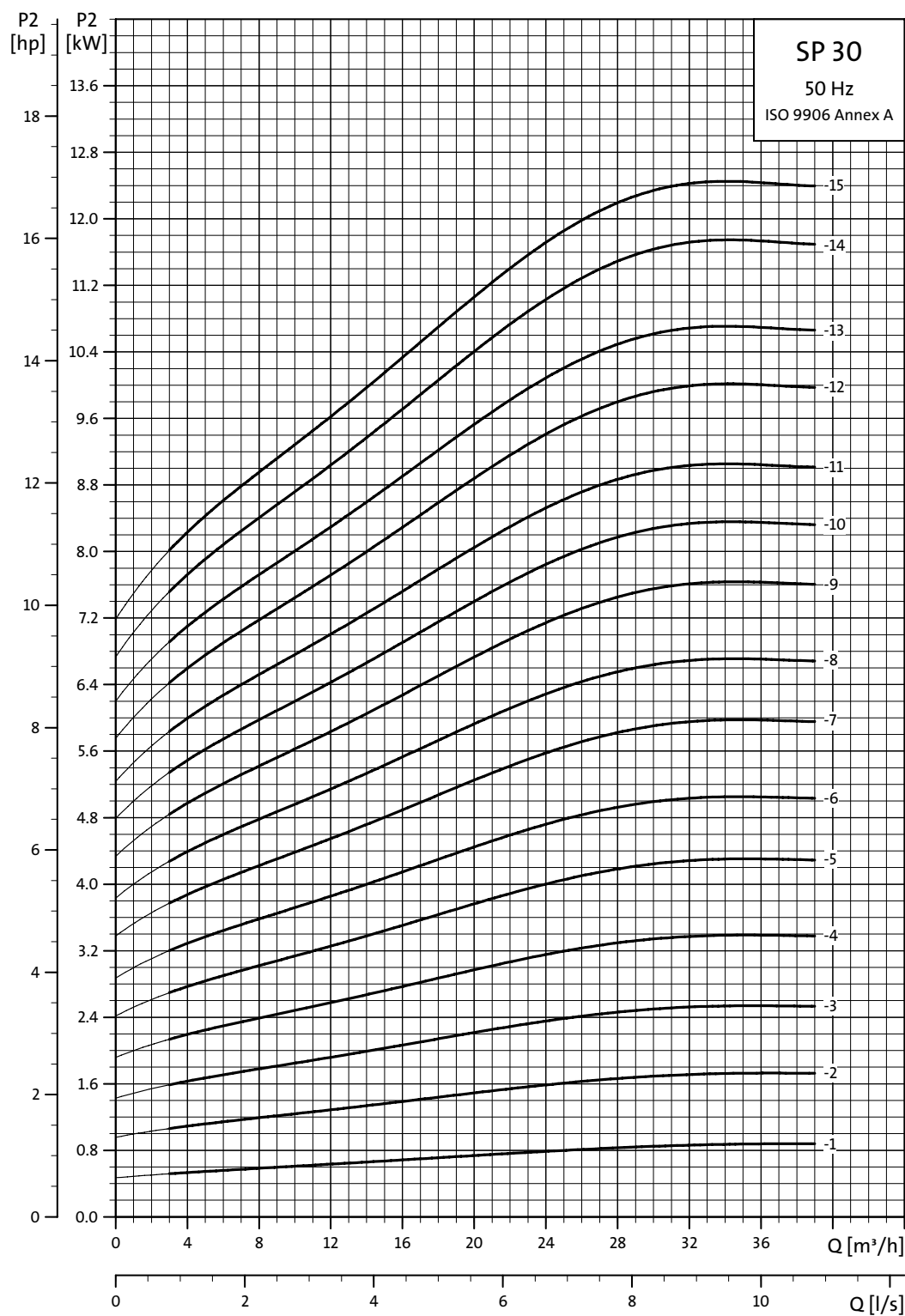
Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]								Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		D	E*	E**		
				1x230V	3x23V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V				1x230V	3x230V 3x400V
SP 30-1	MS 402	1.1	349	346	306	695	655	95	131		16	14
SP 30-1 N (R)	MS 4000 R	2.2	349	573		922		95	131		26	
SP 30-2	MS 402	2.2	445		346		791	95	131			19
SP 30-2 N (R)	MS 4000 R	2.2	445	573	453	1018	898	95	131		28	23
SP 30-3	MS 4000	3.0	541		494		1035	95	131			25
SP 30-4	MS 4000	4.0	637		574		1211	95	131			31
SP 30-5	MS 4000	5.5	733		674		1407	95	131			38
SP 30-6	MS 4000	5.5	829		674		1503	95	131			39
SP 30-7	MS 4000	7.5	925		773		1698	95	131			46
SP 30-8	MS 4000	7.5	1021		773		1794	95	131			48
SP 30-5	MS6	5.5	749		535		1284	143	142	142		49
SP 30-6	MS6	5.5	845		535		1380	143	142	142		51
SP 30-7	MS6	7.5	941		565		1506	143	142	142		53
SP 30-8	MS6	7.5	1037		565		1602	143	142	142		55
SP 30-9	MS6	9.2	1133		590		1723	143	142	142		62
SP 30-10	MS6	9.2	1229		590		1819	143	142	142		64
SP 30-11	MS6	9.2	1325		590		1915	143	142	142		65
SP 30-12	MS6	11	1421		683		2104	143	142	142		70
SP 30-13	MS6	11	1517		683		2200	143	142	142		72
SP 30-14	MS6	13	1613		708		2321	143	142	142		76
SP 30-15	MS6	13	1709		708		2417	143	142	142		78
SP 30-16	MS6	15	1805		738		2543	143	142	142		84
SP 30-17	MS6	15	1901		738		2639	143	142	142		85
SP 30-18	MS6	18.5	1997		783		2780	143	142	142		93
SP 30-19	MS6	18.5	2093		783		2876	143	142	142		94
SP 30-20	MS6	18.5	2189		783		2972	143	142	142		96
SP 30-21	MS6	18.5	2285		783		3068	143	142	142		98
SP 30-22	MS6	22	2381		838		3219	143	142	142		105
SP 30-23	MS6	22	2477		838		3315	143	142	142		107
SP 30-24	MS6	22	2573		838		3411	143	142	142		109
SP 30-25	MS6	22	2669		838		3507	143	142	142		110
SP 30-26	MS6	22	2765		838		3603	143	142	142		112
SP 30-27	MS6	26	2861		903		3764	143	142	142		119
SP 30-28	MS6	26	2957		903		3860	143	142	142		121
SP 30-29	MS6	26	3053		903		3956	143	142	142		123
SP 30-30	MS6	26	3149		903		4052	143	142	142		124
SP 30-31	MS6	26	3245		903		4148	143	142	142		126
SP 30-32	MS6	30	3341		968		4309	143	144	145		136
SP 30-33	MS6	30	3437		968		4405	143	144	145		137
SP 30-34	MS6	30	3533		968		4501	143	144	145		139
SP 30-35	MS6	30	3629		968		4597	143	144	145		141
SP 30-39	MMS 6000	37	4260		1425		5685	144	175	181		253
SP 30-43	MMS 6000	37	4644		1425		6069	144	175	181		264
SP 30-46	MMS 8000	45	4881		1270		6151	192	175	181		325
SP 30-49	MMS 8000	45	5169		1270		6439	192	175	181		332
SP 30-52	MMS 8000	55	5457		1350		6807	192	192	192		357
SP 30-54	MMS 8000	55	5649		1350		6999	192	192	192		362

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones R y N, véase la página 5.  
Dimensiones idénticas a las del caso anterior.

Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

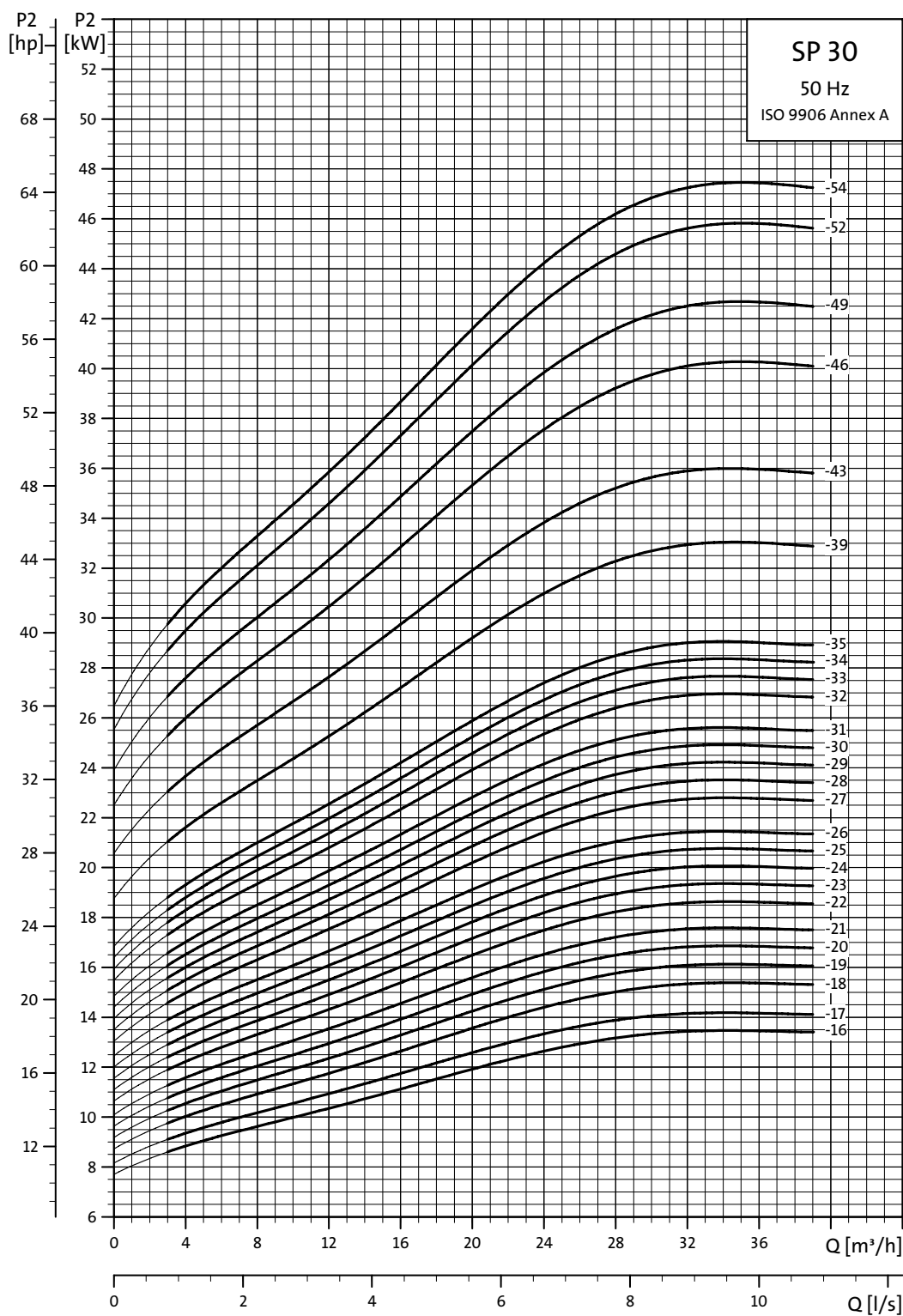


TM01 8763 4702



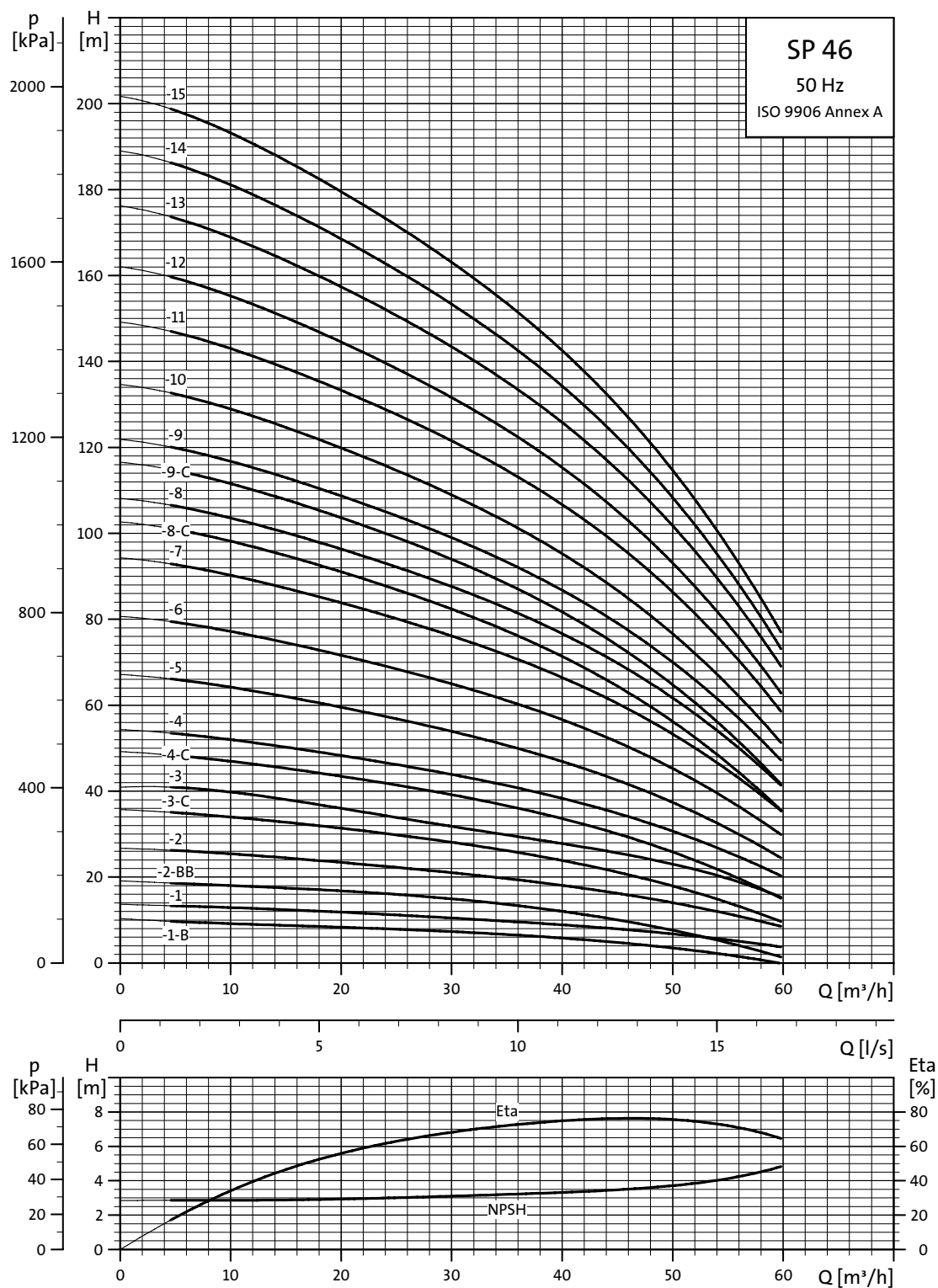
# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 30



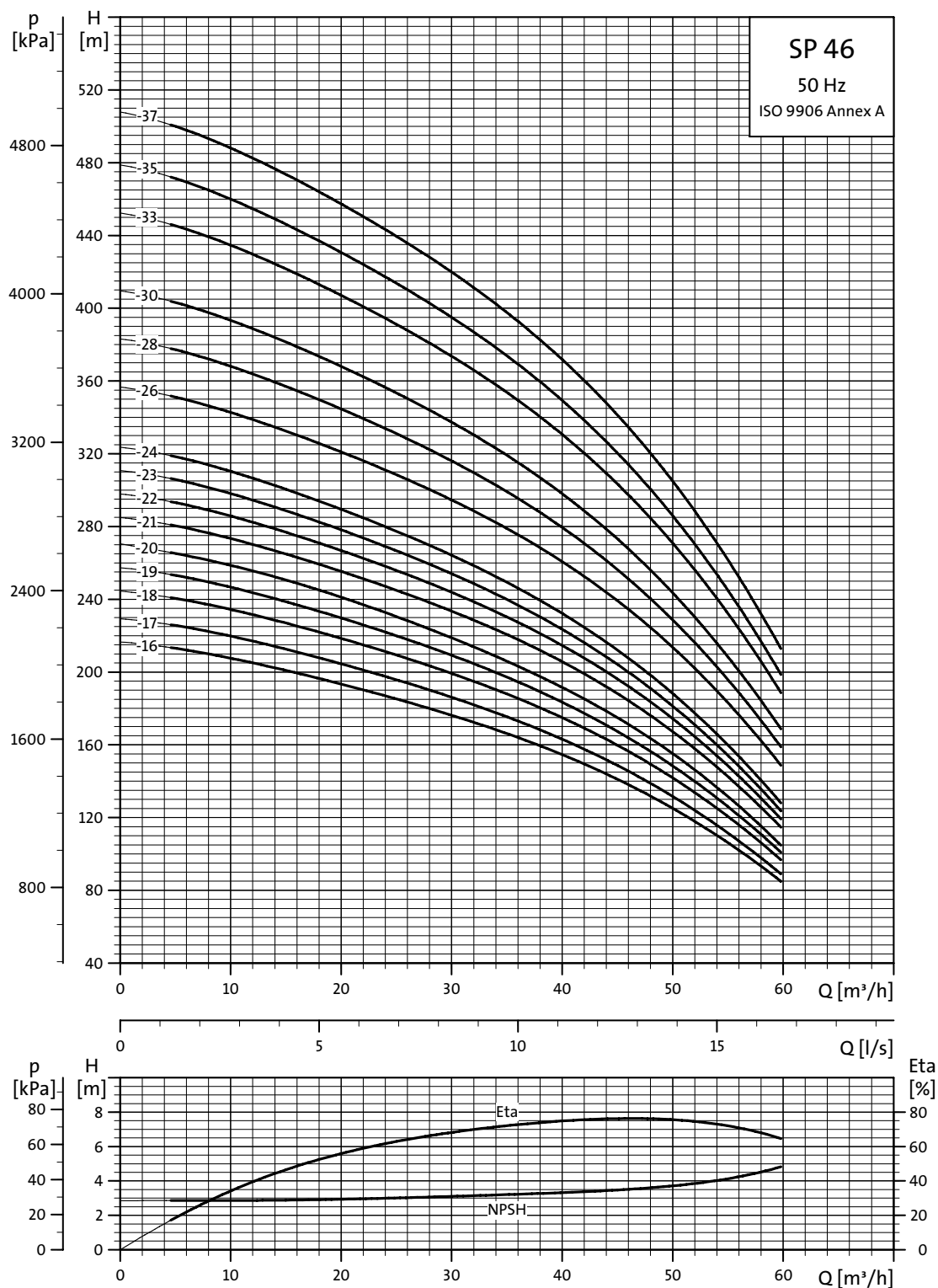
TM01 8764 4702

## SP 46



TM01 8765 4702

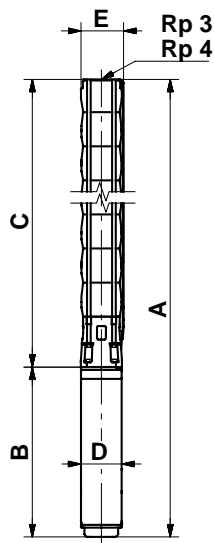
Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



TM01 8766 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

## Dimensiones y pesos



TM00 0961 1196

SP 46-26 a SP 46-37 están montados en camisa para conexión R 4.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 3				Conexión Rp 4				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 46-1-B	MS 4000	1.1	777	364	141		783	370	145		413	95	20
SP 46-1	MS 4000	2.2	817	364	141		823	370	145		453	95	22
SP 46-2-BB	MS 4000	2.2	930	477	141		936	483	145		453	95	24
SP 46-2	MS 4000	3.0	970	477	141		976	483	145		493	95	25
SP 46-3-C	MS 4000	4.0	1163	590	141		1169	596	145		573	95	32
SP 46-3	MS 4000	5.5	1263	590	141		1269	596	145		673	95	37
SP 46-4-C	MS 4000	5.5	1376	703	141		1382	709	145		673	95	39
SP 46-4	MS 4000	7.5	1476	703	141		1482	709	145		773	95	44
SP 46-5	MS 4000	7.5	1589	816	141		1595	822	145		773	95	47
SP 46-3	MS6	5.5	1141	606	145	150	1147	612	147	152	535	143	48
SP 46-4	MS6	7.5	1284	719	145	150	1290	725	147	152	565	143	52
SP 46-5	MS6	7.5	1397	832	145	150	1403	838	147	152	565	143	54
SP 46-6	MS6	9.2	1535	945	145	150	1541	951	147	152	590	143	62
SP 46-7	MS6	11	1741	1058	145	150	1747	1064	147	152	683	143	68
SP 46-8-C	MS6	11	1854	1171	145	150	1860	1177	147	152	683	143	70
SP 46-8	MS6	13	1879	1171	145	150	1885	1177	147	152	708	143	73
SP 46-9-C	MS6	13	1992	1284	145	150	1998	1290	147	152	708	143	76
SP 46-9	MS6	15	2022	1284	145	150	2028	1290	147	152	738	143	80
SP 46-10	MS6	15	2135	1397	145	150	2141	1403	147	152	738	143	82
SP 46-11	MS6	18.5	2293	1510	145	150	2299	1516	147	152	783	143	90
SP 46-12	MS6	18.5	2406	1623	145	150	2412	1629	147	152	783	143	93
SP 46-13	MS6	22	2574	1736	145	150	2580	1742	147	152	838	143	101
SP 46-14	MS6	22	2687	1849	145	150	2693	1855	147	152	838	143	104
SP 46-15	MS6	22	2800	1962	145	150	2806	1968	147	152	838	143	106
SP 46-16	MS6	26	2978	2075	145	150	2984	2081	147	152	903	143	114
SP 46-17	MS6	26	3091	2188	145	150	3097	2194	147	152	903	143	117
SP 46-18	MS6	30	3269	2301	145	150	3275	2307	147	152	968	143	128
SP 46-19	MS6	30	3382	2414	145	150	3388	2420	147	152	968	143	130
SP 46-20	MS6	30	3575	2607	145	150	3581	2613	147	152	968	143	132
SP 46-21	MMS 6000	37	4145	2720	145	150	4151	2726	147	152	1425	144	185
SP 46-22	MMS 6000	37	4258	2833	145	150	4264	2839	147	152	1425	144	188
SP 46-23	MMS 6000	37	4371	2946	145	150	4377	2952	147	152	1425	144	190
SP 46-24	MMS 6000	37	4484	3059	145	150	4490	3065	147	152	1425	144	193
SP 46-26	MMS 8000	45					4673	3403	192	192	1270	192	278
SP 46-28	MMS 8000	45					4899	3629	192	192	1270	192	284
SP 46-30	MMS 8000	45					5125	3855	192	192	1270	192	290
SP 46-33	MMS 8000	55					5544	4194	192	192	1350	192	314
SP 46-35	MMS 8000	55					5770	4420	192	192	1350	192	319
SP 46-37	MMS 8000	63					6136	4646	192	192	1490	192	351

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

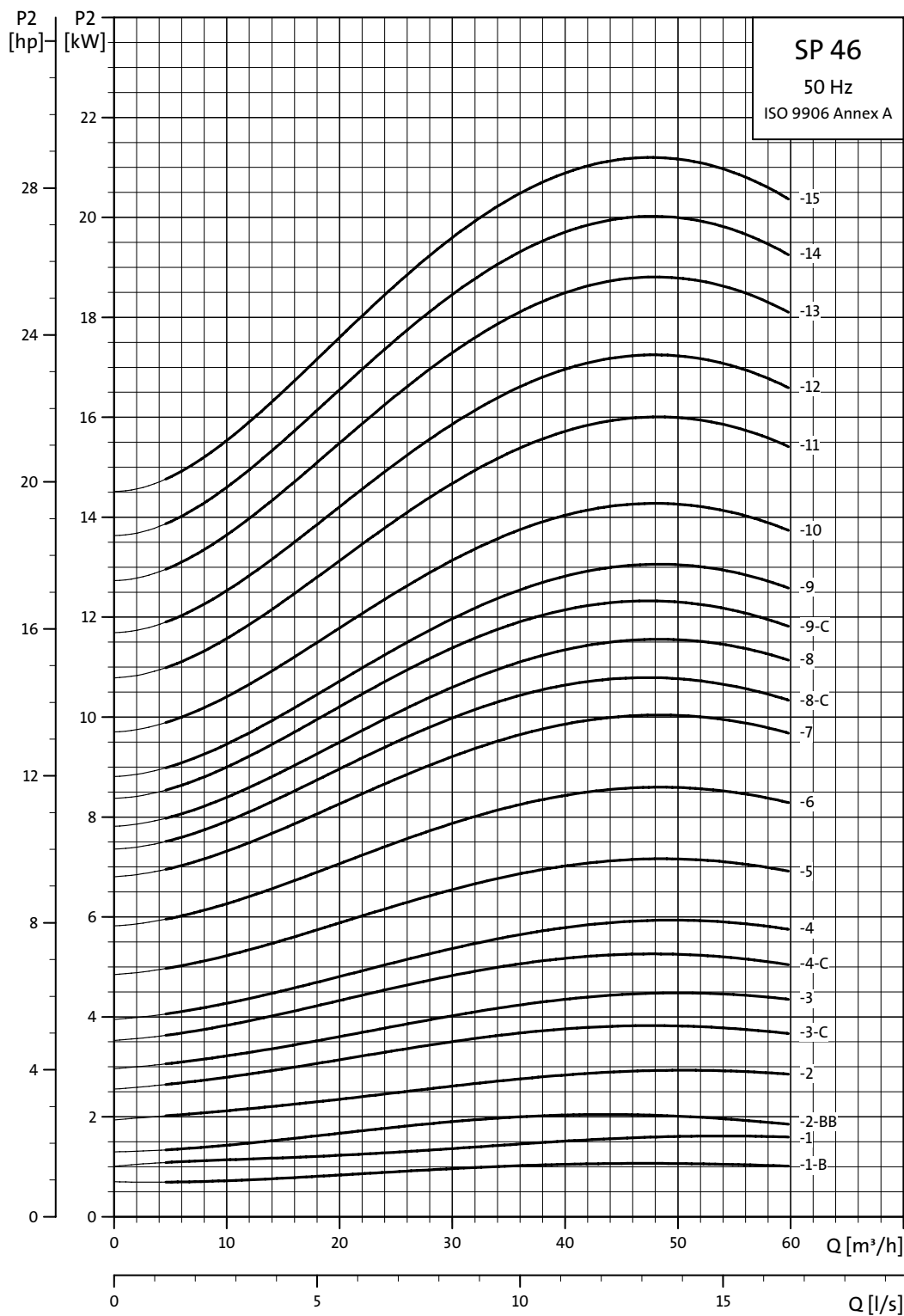
Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones R y N, véase la página 5.

Las bombas en versiones R están disponibles hasta en versiones de camisa. Hasta e inclusive SP 46-24. Dimensiones idénticas al caso anterior.

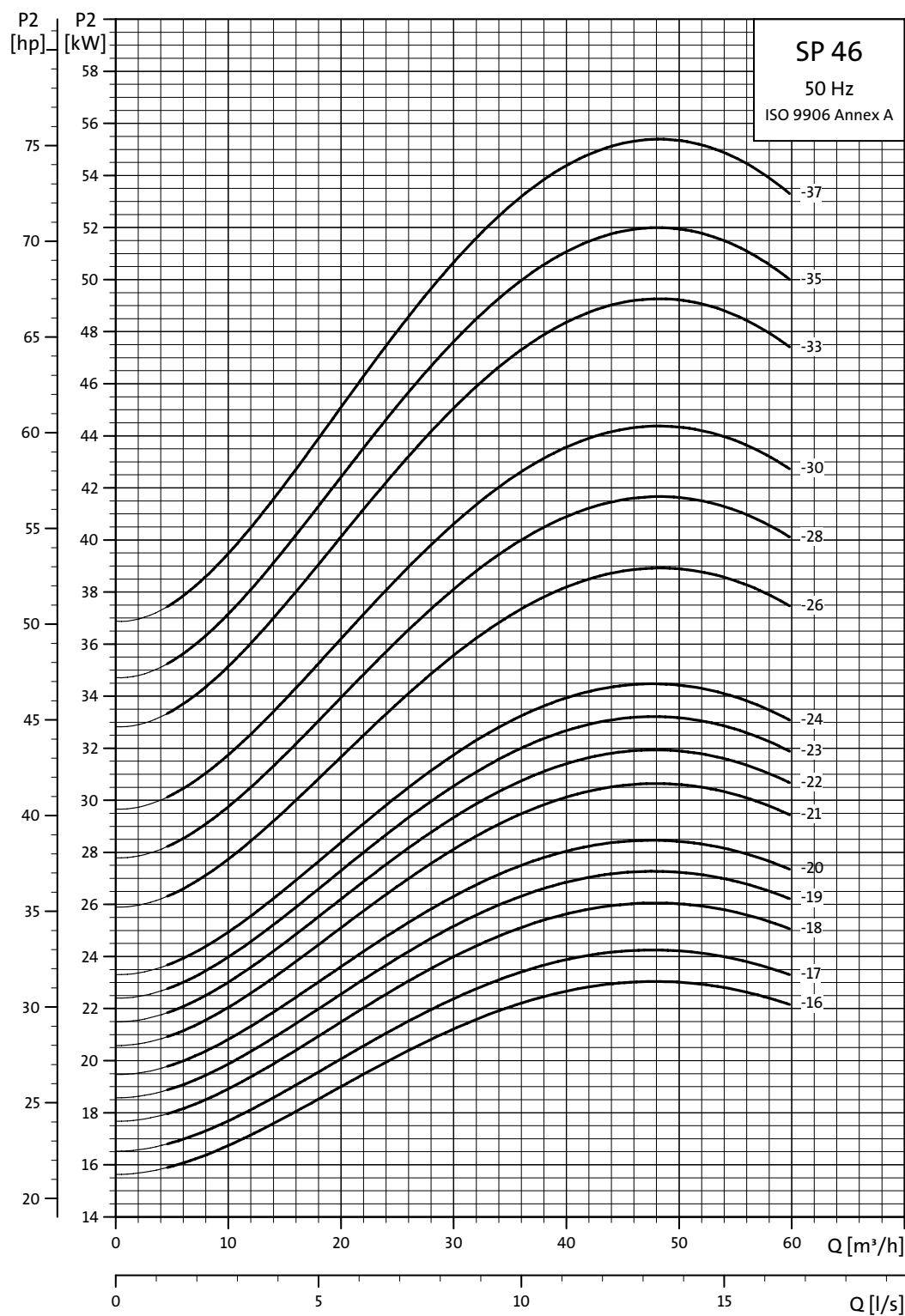
Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 46

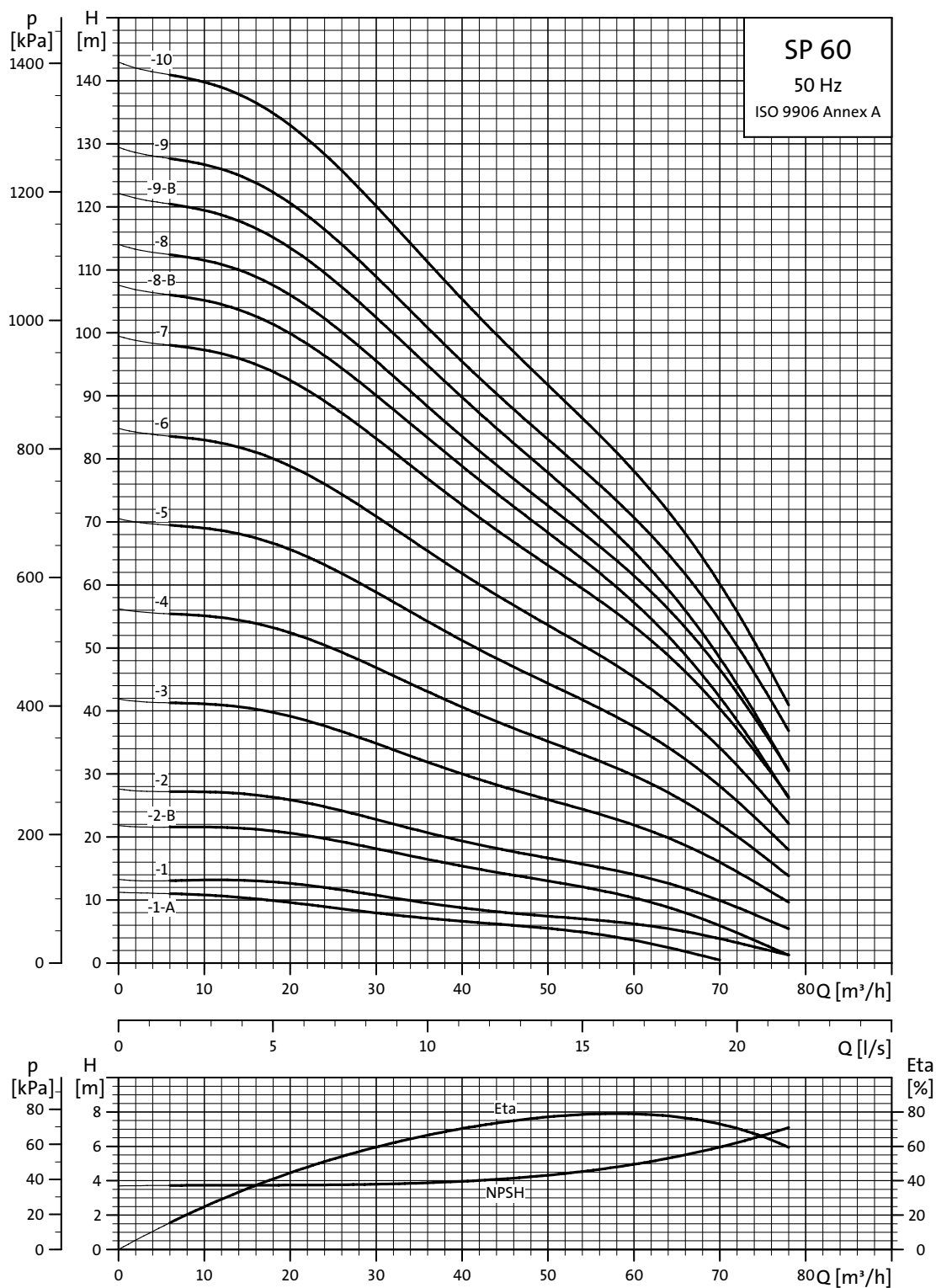


TM01 8767 4702



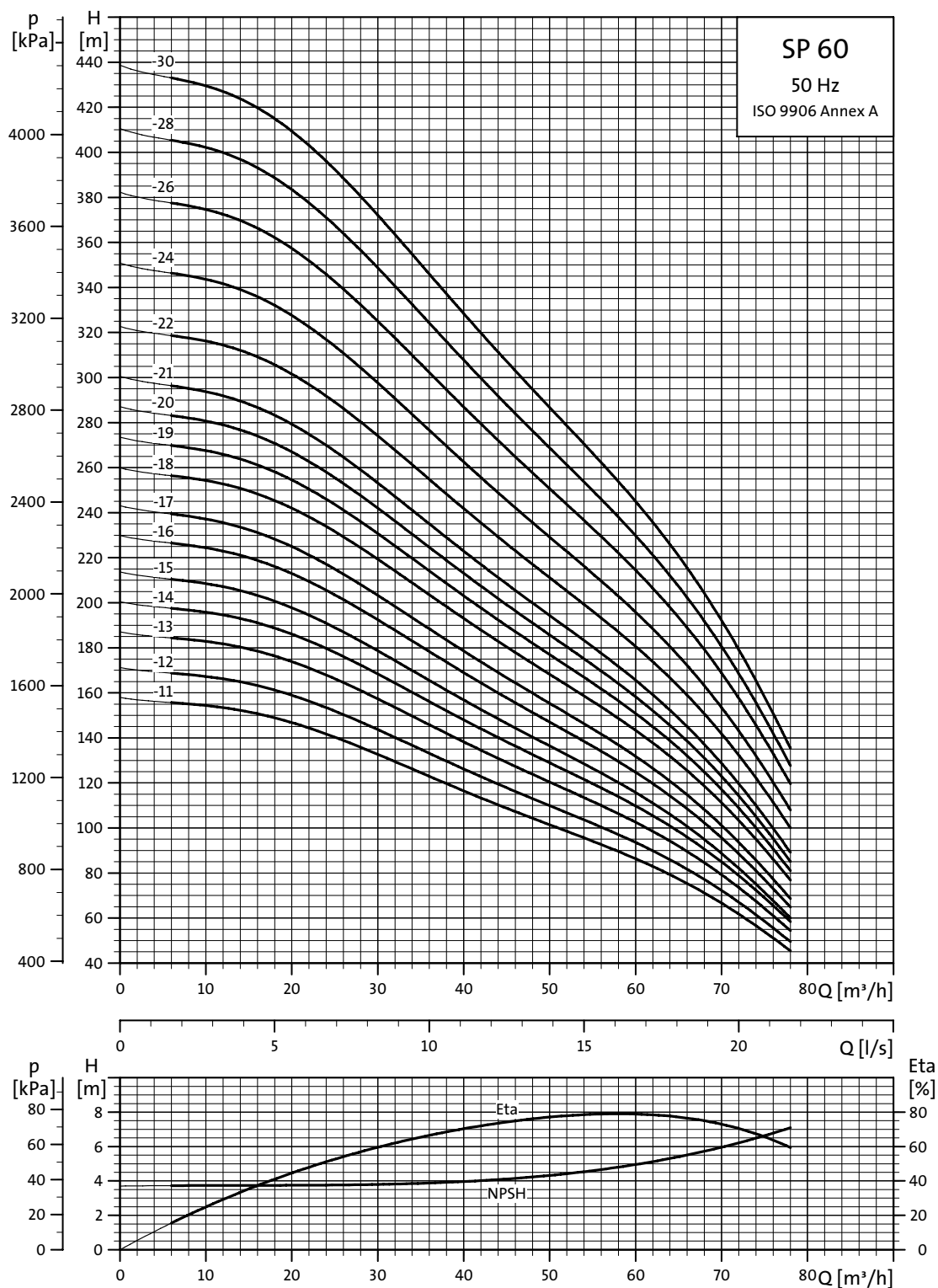
TM01 8768 4702

## SP 60



TM01 8826 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

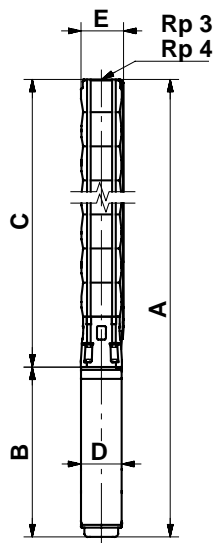


TM01 8827 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



## Dimensiones y pesos



TM00 0961 1196

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 3				Conexión Rp 4				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 60-1-A	MS 4000	1.5	780	364	142		786	370	146		416	95	20
SP 60-1	MS 4000	2.2	817	364	142		823	370	146		453	95	22
SP 60-2-B	MS 4000	3.0	970	477	142		976	483	146		493	95	25
SP 60-2	MS 4000	4.0	1050	477	142		1056	483	146		573	95	29
SP 60-3	MS 4000	5.5	1263	590	142		1269	596	146		673	95	37
SP 60-3	MS6	5.5	1141	606	147	150	1147	612	149	152	535	138	47
SP 60-4	MS 4000	7.5	1476	703	142		1482	709	146		773	95	44
SP 60-4	MS6	7.5	1284	719	147	150	1290	725	149	152	565	143	50
SP 60-5	MS6	9.2	1422	832	147	150	1428	838	149	152	590	143	60
SP 60-6	MS6	11	1633	950	147	150	1634	951	149	152	683	143	65
SP 60-7	MS6	13	1766	1058	147	150	1772	1064	149	152	708	143	71
SP 60-8-B	MS6	13	1879	1171	147	150	1885	1177	149	152	708	143	73
SP 60-8	MS6	15	1909	1171	147	150	1915	1177	149	152	738	143	77
SP 60-9-B	MS6	15	2022	1284	147	150	2028	1290	149	152	738	143	80
SP 60-9	MS6	18.5	2067	1284	147	150	2073	1290	149	152	783	143	85
SP 60-10	MS6	18.5	2180	1397	147	150	2186	1403	149	152	783	143	88
SP 60-11	MS6	22	2348	1510	147	150	2354	1516	149	152	838	143	96
SP 60-12	MS6	22	2461	1623	147	150	2467	1629	149	152	838	143	99
SP 60-13	MS6	26	2639	1736	147	150	2645	1742	149	152	903	143	107
SP 60-14	MS6	26	2752	1849	147	150	2758	1855	149	152	903	143	109
SP 60-15	MS6	26	2865	1962	147	150	2871	1968	149	152	903	143	112
SP 60-16	MS6	30	3043	2075	147	150	3049	2081	149	152	968	143	122
SP 60-17	MS6	30	3156	2188	147	150	3162	2194	152	156	968	143	125
SP 60-18	MMS 6000	37	3806	2381	150	154	3812	2387	152	156	1425	144	178
SP 60-19	MMS 6000	37	3919	2494	150	154	3925	2500	152	156	1425	144	180
SP 60-20	MMS 6000	37	4032	2607	150	154	4038	2613	152	156	1425	144	183
SP 60-21	MMS 6000	37	4147	2722	150	154	4151	2726	152	156	1425	144	185
SP 60-22	MMS 8000	45	4054	2784	180	180	4058	2788	180	180	1270	192	239
SP 60-24	MMS 8000	45					4447	3177	193	195	1270	192	272
SP 60-26	MMS 8000	55					4753	3403	193	195	1350	192	293
SP 60-28	MMS 8000	55					4979	3629	193	195	1350	192	299
SP 60-30	MMS 8000	55					5205	3855	193	195	1350	192	305

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

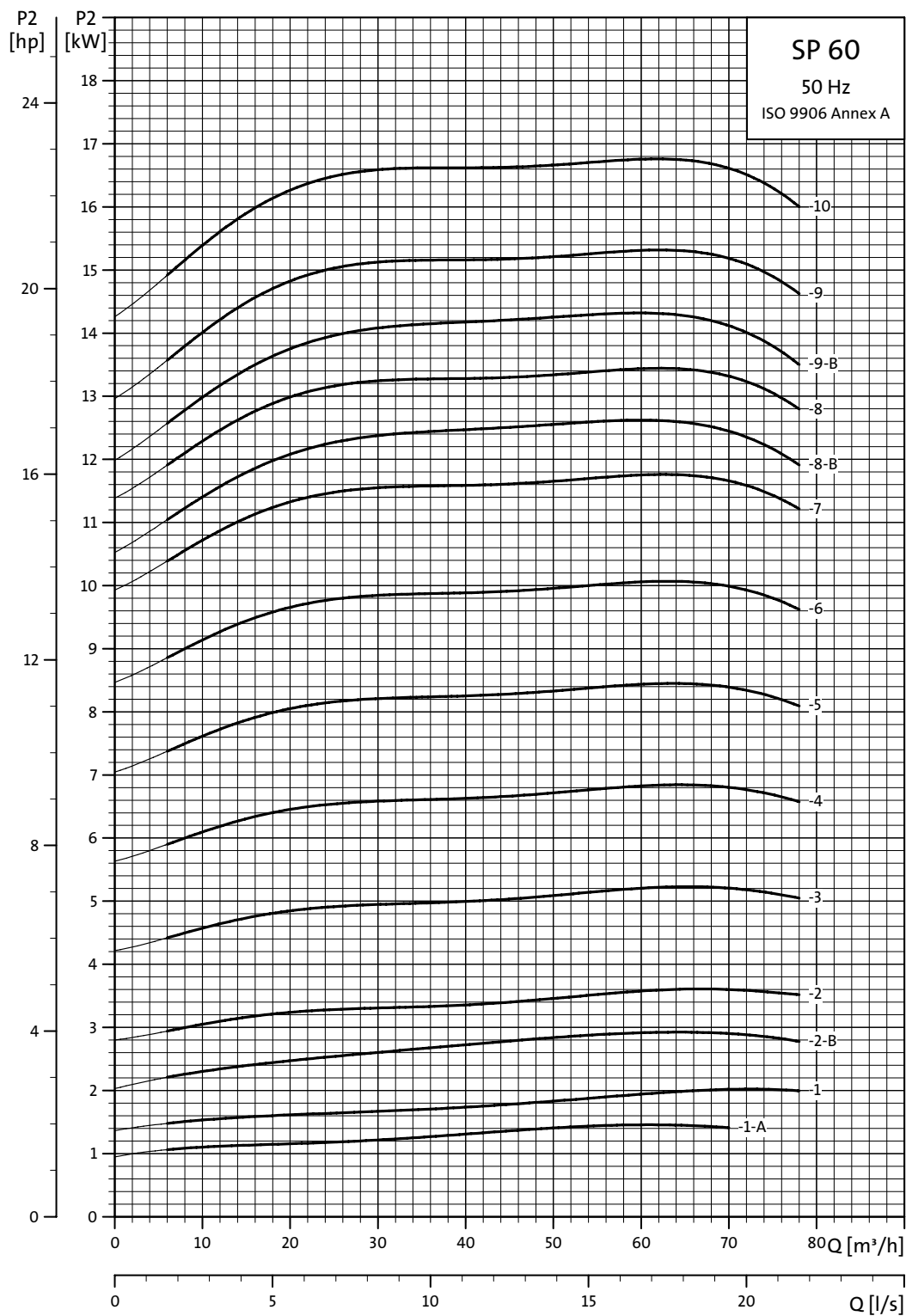
Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones R y N, ver la página 5 para obtener más detalles.

Las bombas en versiones R están disponibles hasta en versiones de camisa. Hasta e inclusive SP 60-22. Dimensiones idénticas al caso anterior.

Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

# Curvas de potencia

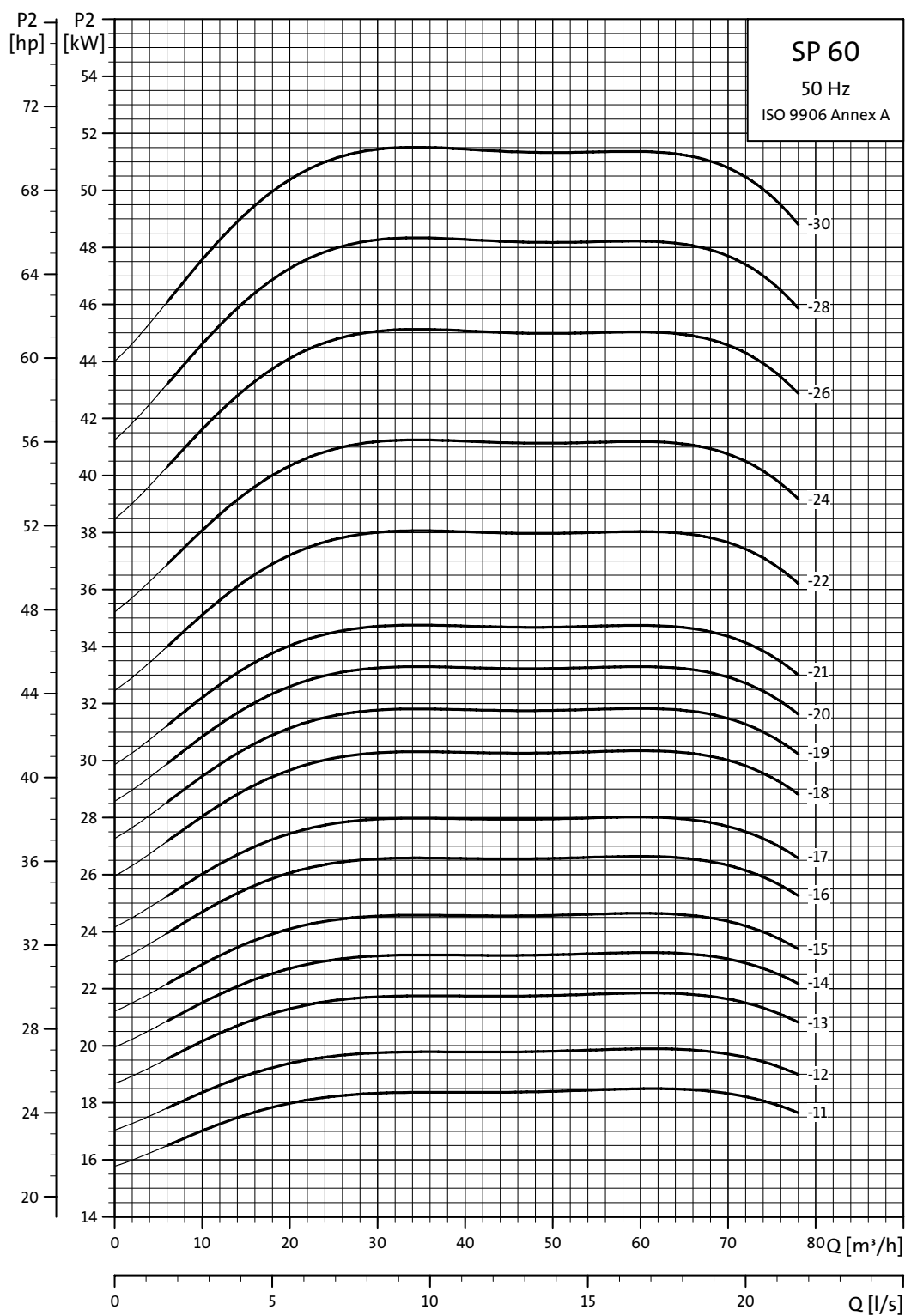
Bombas sumergibles  
SP 60



TM01 8828 4702

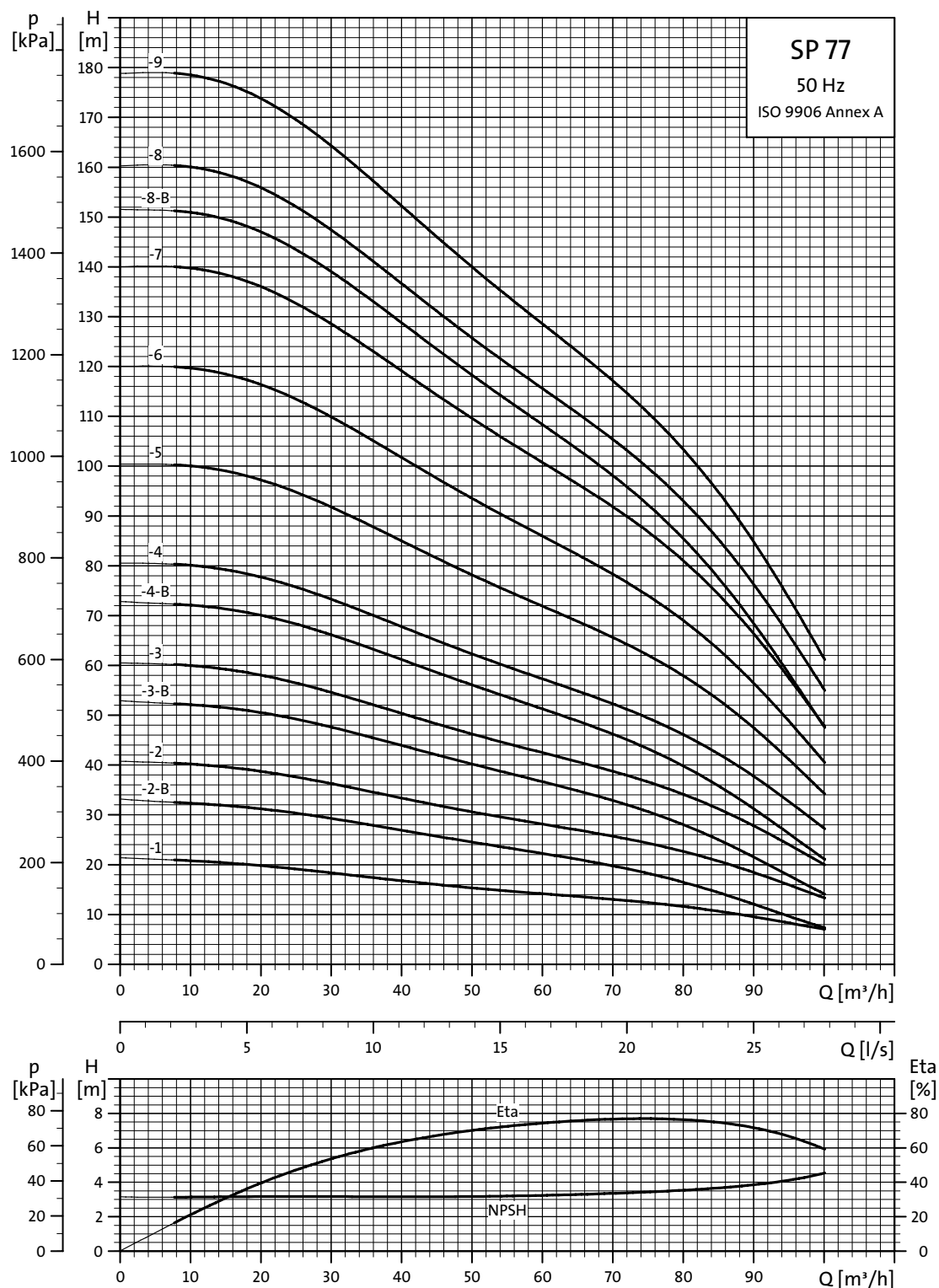
# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 60



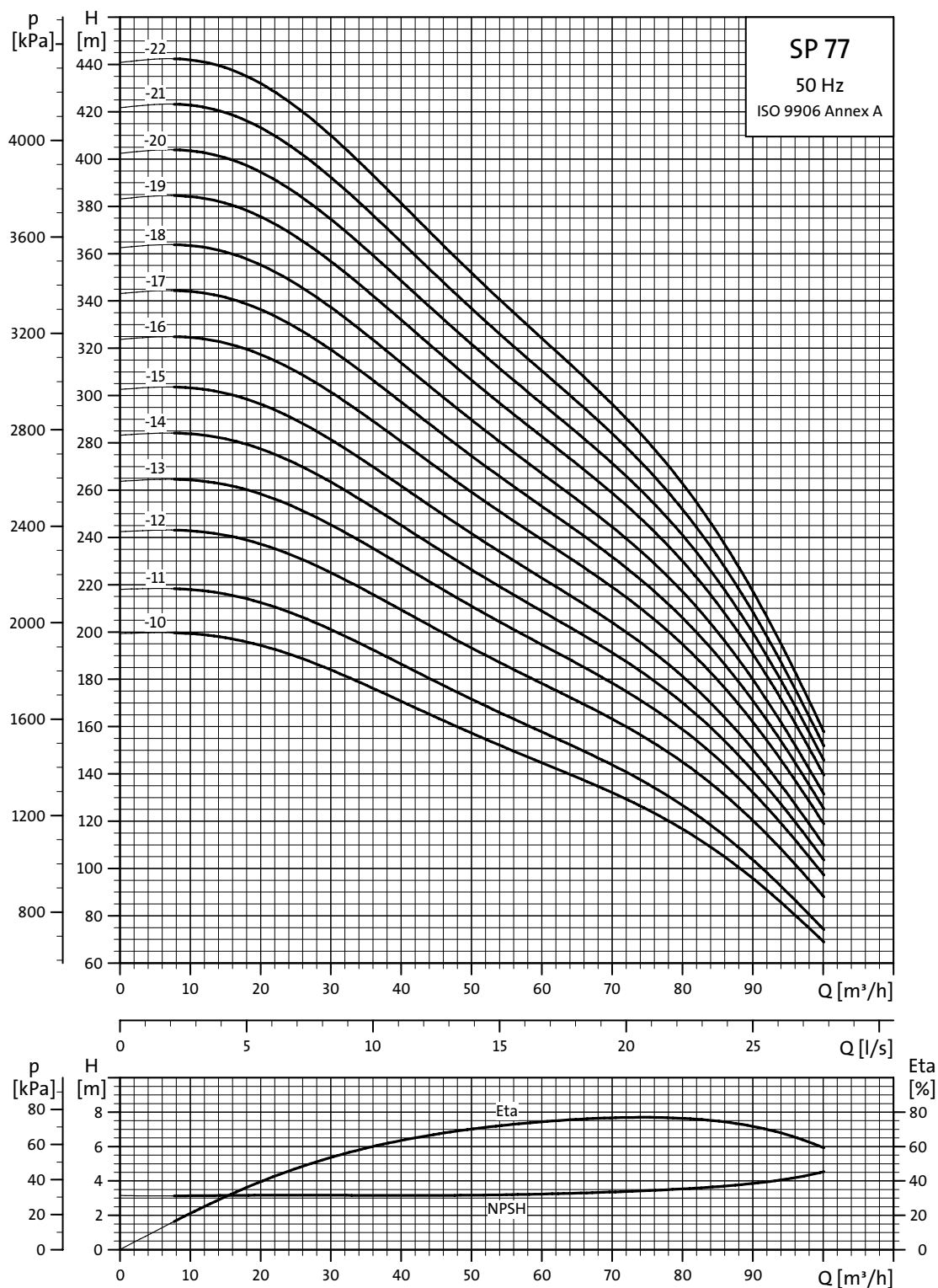
TM01 8829 4702

## SP 77



TM01 8769 4702

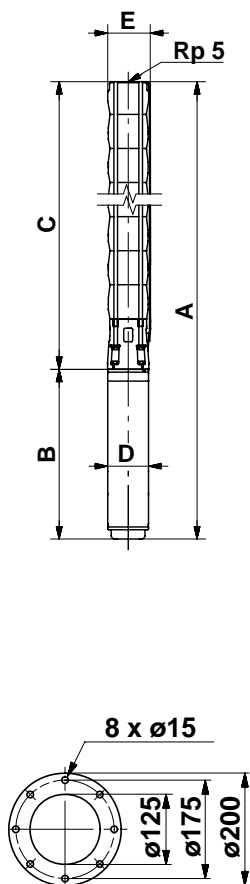
Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



TM01 8770 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

## Dimensiones y pesos



TM00 7872 2196

TM00 7323 1798

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 5				Bridas Grundfos 5"				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 77-1	MS6	5.5	1153	618	178	186	1153	618	200	200	535	143	55
SP 77-2-B	MS6	5.5	1281	746	178	186	1281	746	200	200	535	143	59
SP 77-2	MS6	7.5	1311	746	178	186	1311	746	200	200	565	143	63
SP 77-3-B	MS6	9.2	1464	874	178	186	1464	874	200	200	590	143	72
SP 77-3	MS6	11	1557	874	178	186	1557	874	200	200	683	143	75
SP 77-4-B	MS6	13	1711	1003	178	186	1711	1003	200	200	708	143	82
SP 77-4	MS6	15	1741	1003	178	186	1741	1003	200	200	738	143	86
SP 77-5	MS6	18.5	1914	1131	178	186	1914	1131	200	200	783	143	95
SP 77-6	MS6	22	2097	1259	178	186	2097	1259	200	200	838	143	105
SP 77-7	MS6	26	2290	1387	178	186	2290	1387	200	200	903	143	114
SP 77-8-B	MS6	26	2418	1515	178	186	2418	1515	200	200	903	143	118
SP 77-8	MS6	30	2483	1515	178	186	2483	1515	200	200	968	143	126
SP 77-9	MS6	30	2611	1643	178	186	2611	1643	200	200	968	143	129
SP 77-10	MMS 6000	37	3196	1771	178	186	3196	1771	200	200	1425	144	181
SP 77-11	MMS 6000	37	3339	1898	178	186	3323	1898	200	200	1425	144	184
SP 77-12	MMS 8000	45	3313	2043	200	204	3313	2043	209	209	1270	192	240
SP 77-13	MMS 8000	55	3522	2172	200	204	3522	2172	209	209	1350	192	259
SP 77-14	MMS 8000	55	3650	2300	200	204	3650	2300	209	209	1350	192	263
SP 77-15	MMS 8000	55	3779	2429	200	204					1350	192	266
SP 77-16	MMS 8000	63	4047	2557	200	204					1490	192	296
SP 77-17	MMS 8000	63	4175	2685	200	204					1490	192	300
SP 77-18	MMS 8000	63	4304	2814	200	204					1490	192	304
SP 77-19	MMS 8000	75	4826	3236	200	204					1590	192	334
SP 77-20	MMS 8000	75	4954	3364	200	204					1590	192	338
SP 77-21	MMS 8000	75	5082	3492	200	202					1590	192	342
SP 77-22	MMS 8000	92	5450	3620	200	202					1830	192	391

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

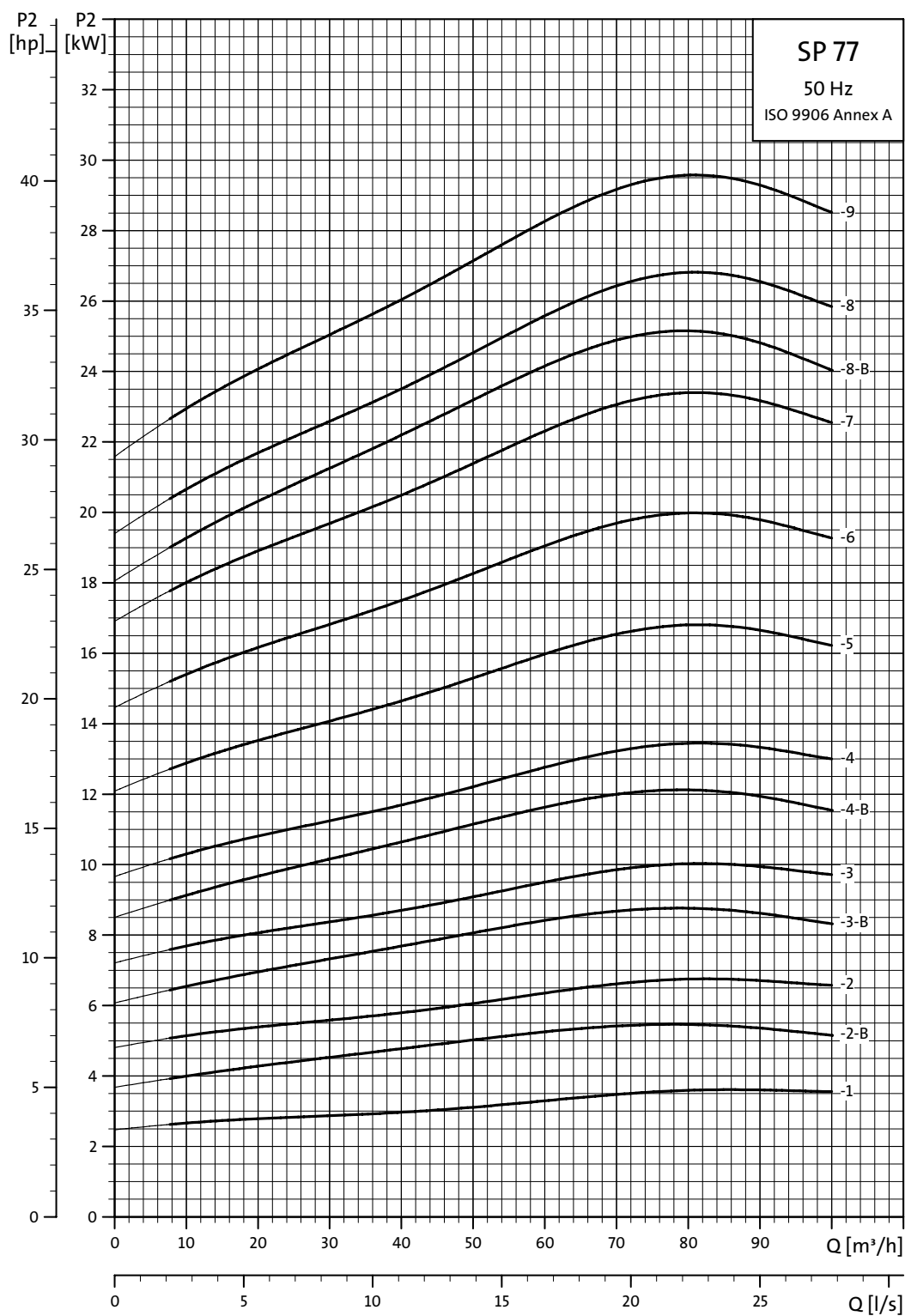
\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

Los tipos de bomba también están disponibles en las versiones R y N, véase la página 5 para obtener más detalles. Las dimensiones son idénticas a las del caso anterior.

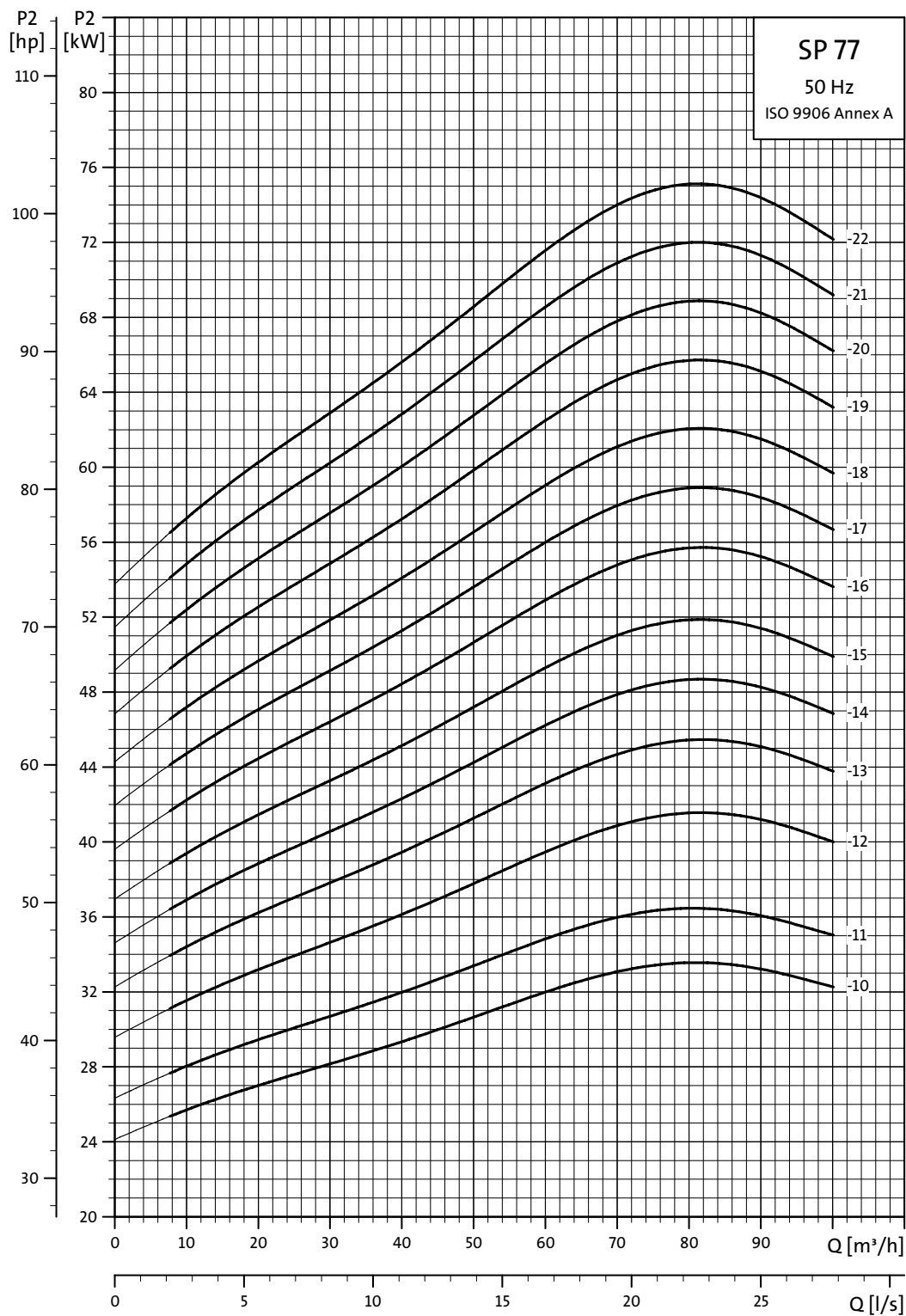
Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 77



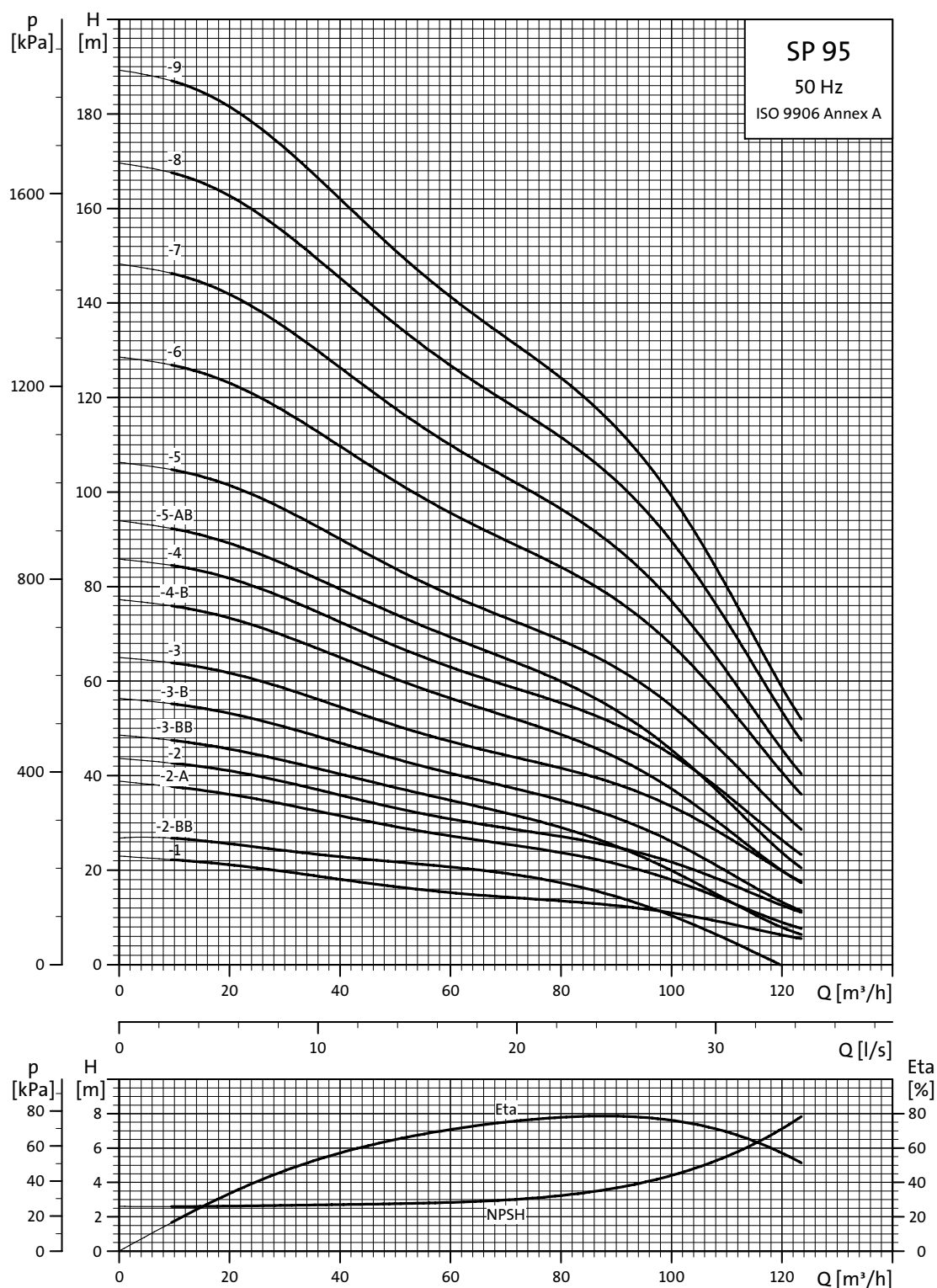
TM01 8771 4702



TM01 8772 4702

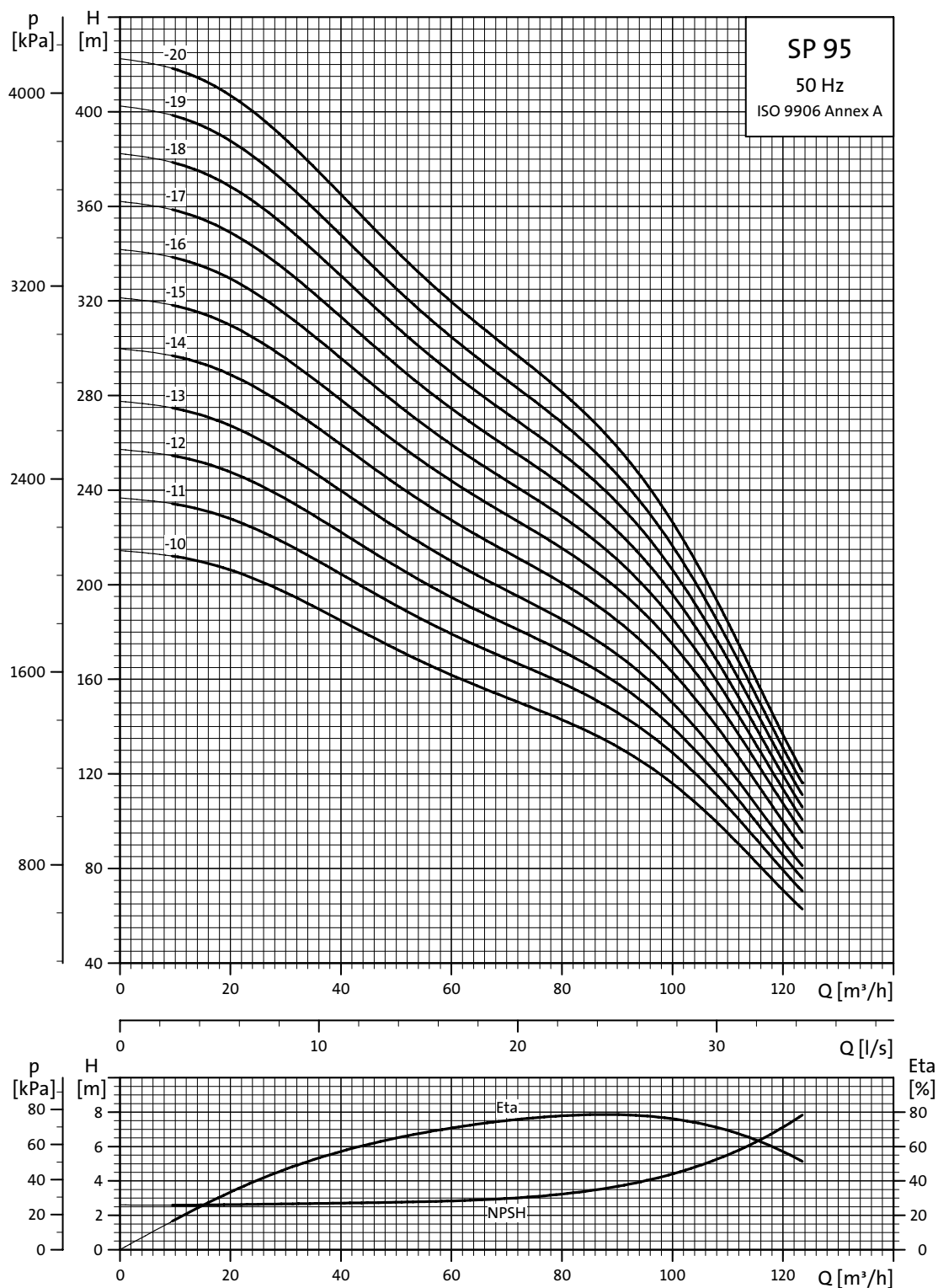


## SP 95



TM01 8773 4702

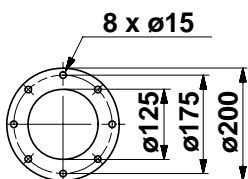
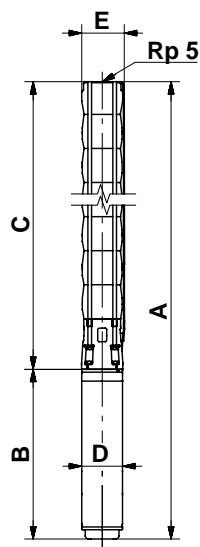
Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



TM01 8774 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

## Dimensiones y pesos



TM00 7872 2196

TM00 7323 1798

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 5				Bridas Grundfos 5"				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 95-1	MS6	5.5	1153	618	178	186	1153	618	200	200	535	143	55
SP 95-2-BB	MS6	5.5	1281	746	178	186	1281	746	200	200	535	143	72
SP 95-2-A	MS6	7.5	1311	746	178	186	1311	746	200	200	565	143	63
SP 95-2	MS6	9.2	1336	746	178	186	1336	746	200	200	590	143	68
SP 95-3-BB	MS6	9.2	1464	874	178	186	1464	874	200	200	590	143	72
SP 95-3-B	MS6	11	1557	874	178	186	1557	874	200	200	683	143	75
SP 95-3	MS6	13	1582	874	178	186	1582	874	200	200	708	143	78
SP 95-4-B	MS6	15	1741	1003	178	186	1741	1003	200	200	738	143	86
SP 95-4	MS6	18.5	1786	1003	178	186	1786	1003	200	200	783	143	91
SP 95-5-AB	MS6	18.5	1914	1131	178	186	1914	1131	200	200	783	143	95
SP 95-5	MS6	22	1969	1131	178	186	1969	1131	200	200	838	143	101
SP 95-6	MS6	26	2162	1259	178	186	2162	1259	200	200	903	143	110
SP 95-7	MS6	30	2355	1387	178	186	2355	1387	200	200	968	143	122
SP 95-8	MMS 6000	37	2940	1515	178	186	2940	1515	200	200	1425	144	173
SP 95-9	MMS 6000	37	3067	1642	178	186	3067	1642	200	200	1425	144	177
SP 95-10	MMS 8000	45	3055	1785	196	204	3055	1785	205	205	1270	192	233
SP 95-11	MMS 8000	55	3264	1914	196	204	3264	1914	205	205	1350	192	251
SP 95-12	MMS 8000	55	3393	2043	196	204	3393	2043	205	205	1350	192	255
SP 95-13	MMS 8000	55	3522	2172	196	204	3522	2172	205	205	1350	192	259
SP 95-14	MMS 8000	63	3790	2300	196	204	3790	2300	205	205	1490	192	289
SP 95-15	MMS 8000	75	4019	2429	196	204					1590	192	311
SP 95-16	MMS 8000	75	4147	2557	196	204					1590	192	315
SP 95-17	MMS 8000	75	4275	2685	196	204					1590	192	319
SP 95-18	MMS 8000	92	4938	3108	196	204					1830	192	376
SP 95-19	MMS 8000	92	5066	3236	196	204					1830	192	380
SP 95-20	MMS 8000	92	5194	3364	196	204					1830	192	384

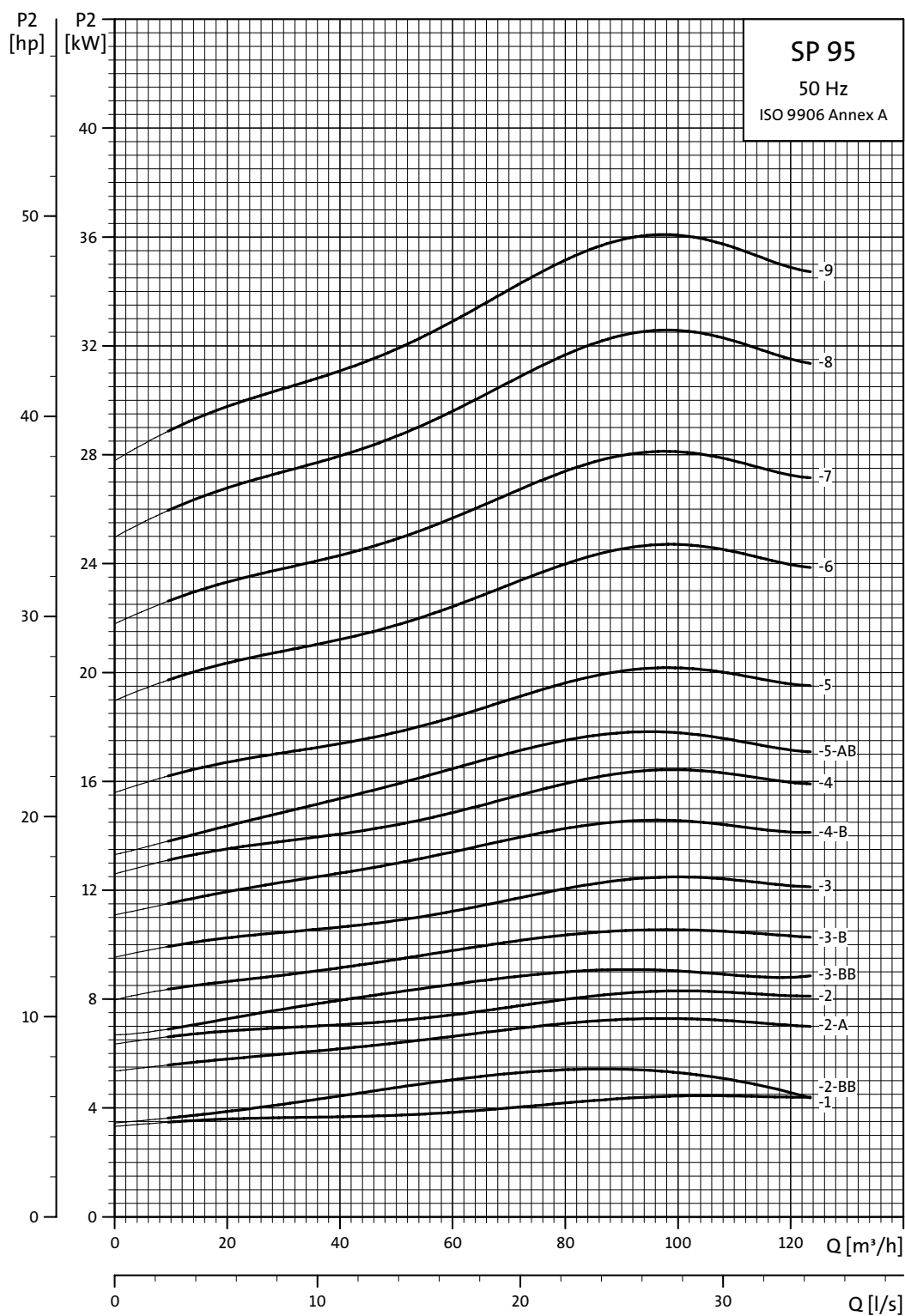
\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones R y N, véase la página 5 para obtener más detalles.

Dimensiones idénticas al caso anterior.

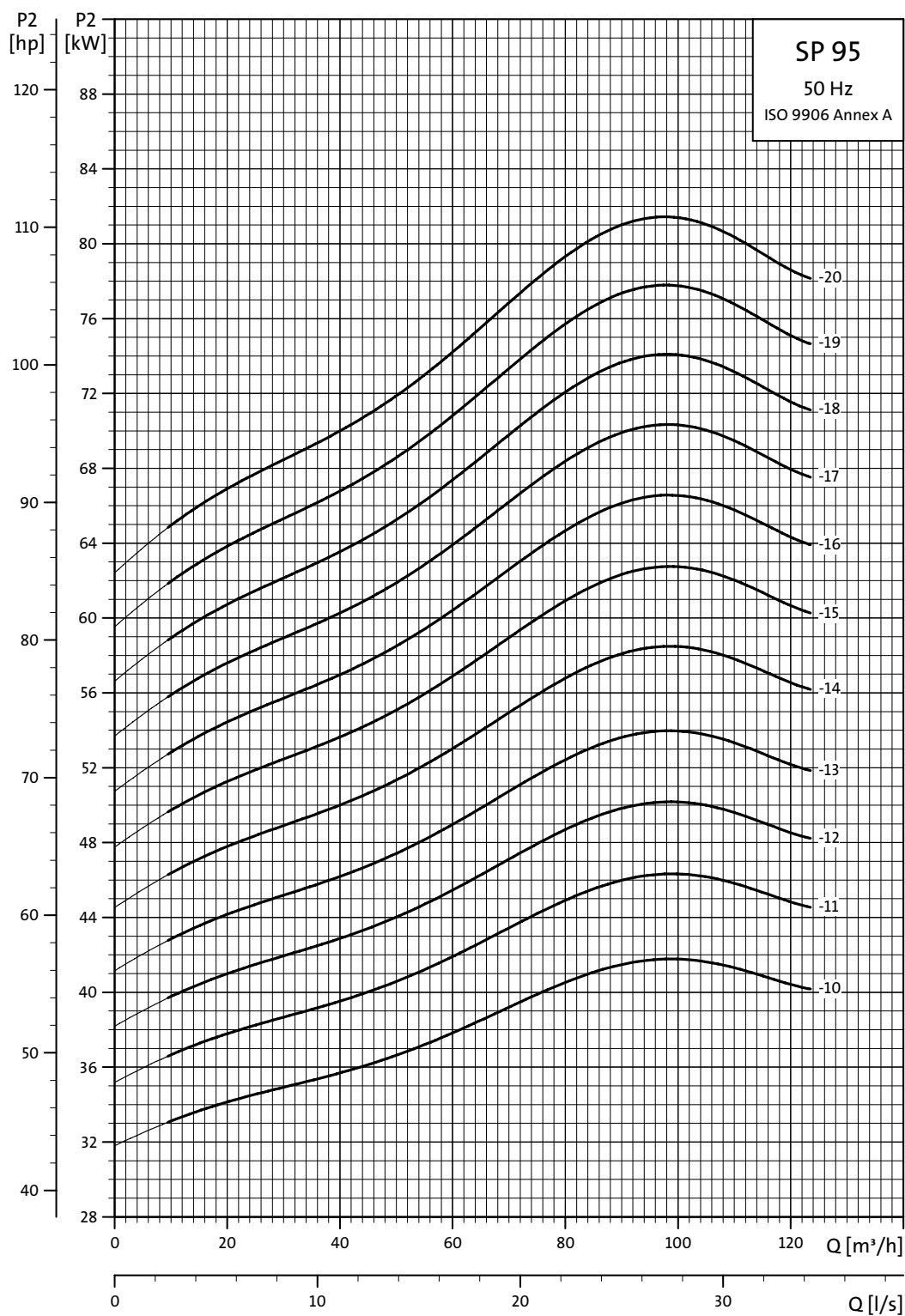
Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.



TM01 8775 4702

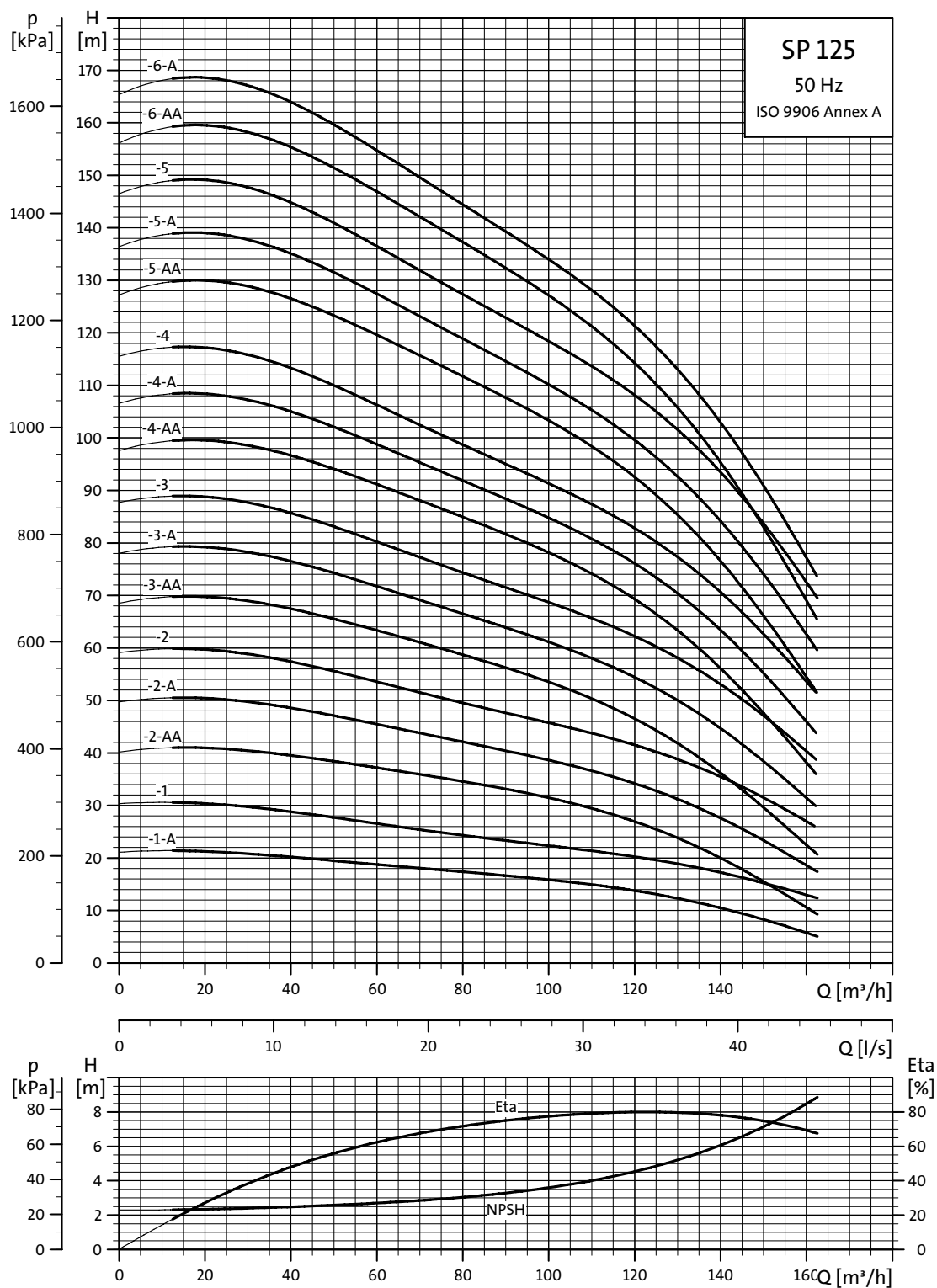
# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 95



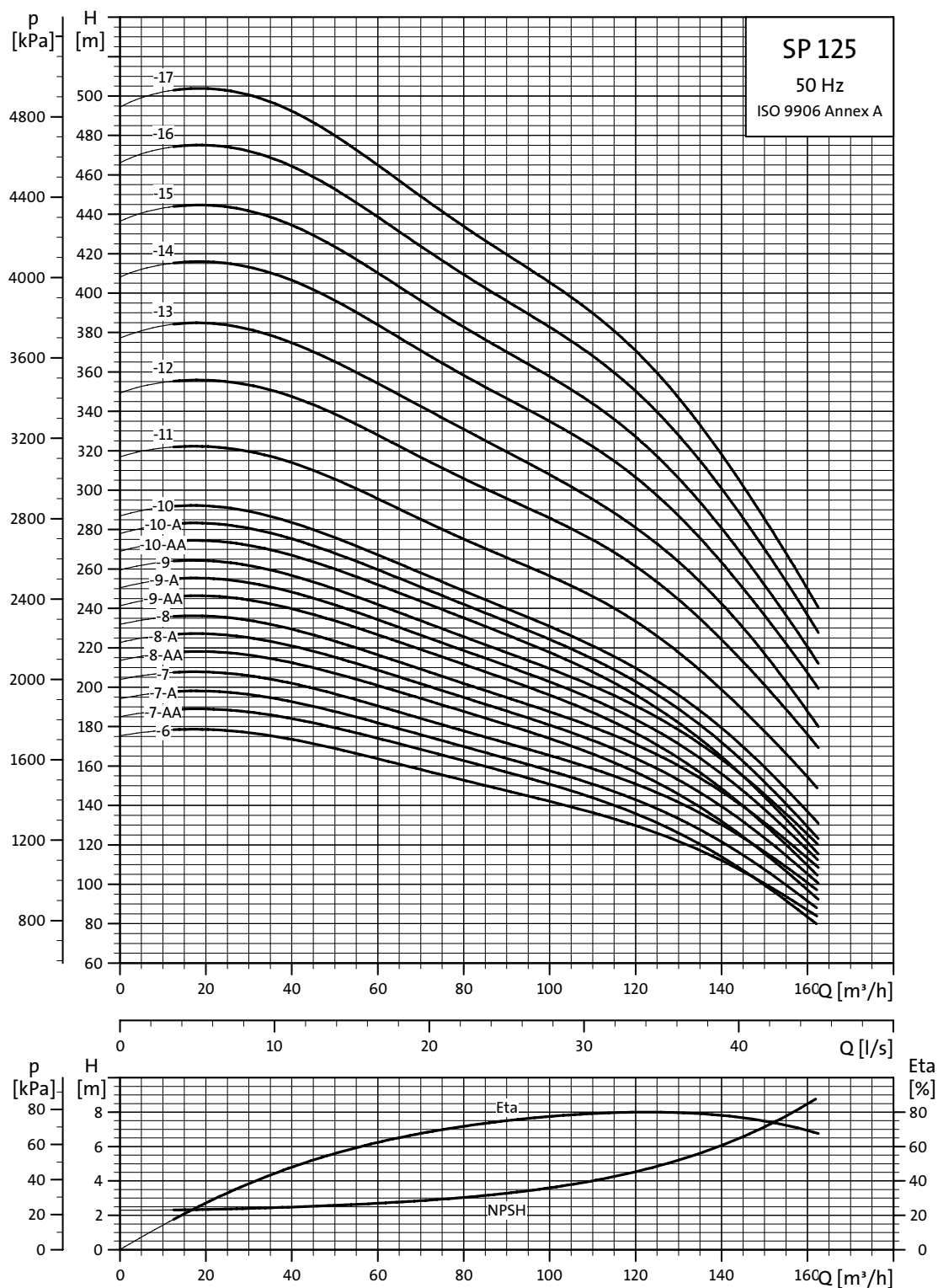
TM01 8776 4702

## SP 125



TM01 8777 4702

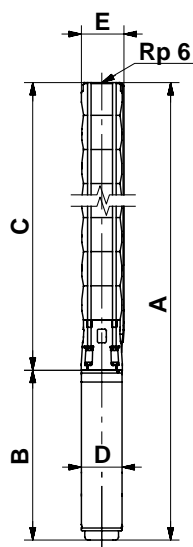
Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



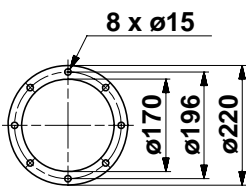
TM01 8778 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

## Dimensiones y pesos



TM00 8760 3596



TM00 7324 1798

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 6				Bridas Grundfos 6"				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 125-1-A	MS6	7.5	1216	651	211	218	1216	651	222	226	565	143	70
SP 125-1	MS6	11	1334	651	211	218	1334	651	222	226	683	143	79
SP 125-2-AA	MS6	13	1515	807	211	218	1515	807	222	226	708	143	88
SP 125-2-A	MS6	18.5	1590	807	211	218	1590	807	222	226	783	143	97
SP 125-2	MS6	22	1645	807	211	218	1645	807	222	226	838	143	103
SP 125-3-AA	MS6	22	1801	963	211	218	1801	963	222	226	838	143	109
SP 125-3-A	MS6	26	1866	963	211	218	1866	963	222	226	903	143	115
SP 125-3	MS6	30	1931	963	211	218	1931	963	222	226	968	143	123
SP 125-4-AA	MMS 6000	37	2544	1119	211	218	2544	1119	222	226	1425	144	176
SP 125-4-A	MMS 6000	37	2544	1119	211	218	2544	1119	222	226	1425	144	176
SP 125-4	MMS 6000	37	2544	1119	211	218	2544	1119	222	226	1425	144	176
SP 125-5-AA	MMS 8000	45	2545	1275	213	218	2545	1275	223	226	1270	192	236
SP 125-5-A	MMS 8000	45	2545	1275	213	218	2545	1275	223	226	1270	192	236
SP 125-5	MMS 8000	55	2625	1275	213	218	2625	1245	223	226	1350	192	251
SP 125-6-AA	MMS 8000	55	2781	1431	213	218	2781	1431	223	226	1350	192	257
SP 125-6-A	MMS 8000	55	2781	1431	213	218	2781	1431	223	226	1350	192	257
SP 125-6	MMS 8000	63	2921	1431	218	227	2921	1431	229	232	1490	192	283
SP 125-7-AA	MMS 8000	63	3077	1587	218	227	3077	1587	229	232	1490	192	289
SP 125-7-A	MMS 8000	63	3077	1587	218	227	3077	1587	229	232	1490	192	289
SP 125-7	MMS 8000	75	3177	1587	218	227	3177	1587	229	232	1590	192	308
SP 125-8-AA	MMS 8000	75	3333	1743	218	227					1590	192	314
SP 125-8-A	MMS 8000	75	3333	1743	218	227					1590	192	314
SP 125-8	MMS 8000	75	3333	1743	218	227					1590	192	314
SP 125-9-AA	MMS 8000	92	3729	1899	218	227					1830	192	366
SP 125-9-A	MMS 8000	92	3729	1899	218	227					1830	192	366
SP 125-9	MMS 8000	92	3729	1899	218	227					1830	192	366
SP 125-10-AA	MMS 8000	92	3885	2055	218	227					1830	192	372
SP 125-10-A	MMS 8000	92	3885	2055	218	227					1830	192	372
SP 125-10	MMS 8000	92	3885	2055	218	227					1830	192	372
SP 125-11	MMS 8000	110	4567	2507	218	227					2060	192	438
SP 125-12	MMS 10000	132	4584	2714	237	237					1870	237	556
SP 125-13	MMS 10000	132	4740	2870	237	237					1870	237	562
SP 125-14	MMS 10000	147	5095	3025	237	237					2070	237	633
SP 125-15	MMS 10000	147	5251	3181	237	237					2070	237	639
SP 125-16	MMS 10000	170	5556	3336	237	237					2220	237	685
SP 125-17	MMS 10000	170	5712	3492	237	237					2220	237	691

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones N, véase la página 5 para obtener más detalles. Las dimensiones son idénticas a las del caso anterior.

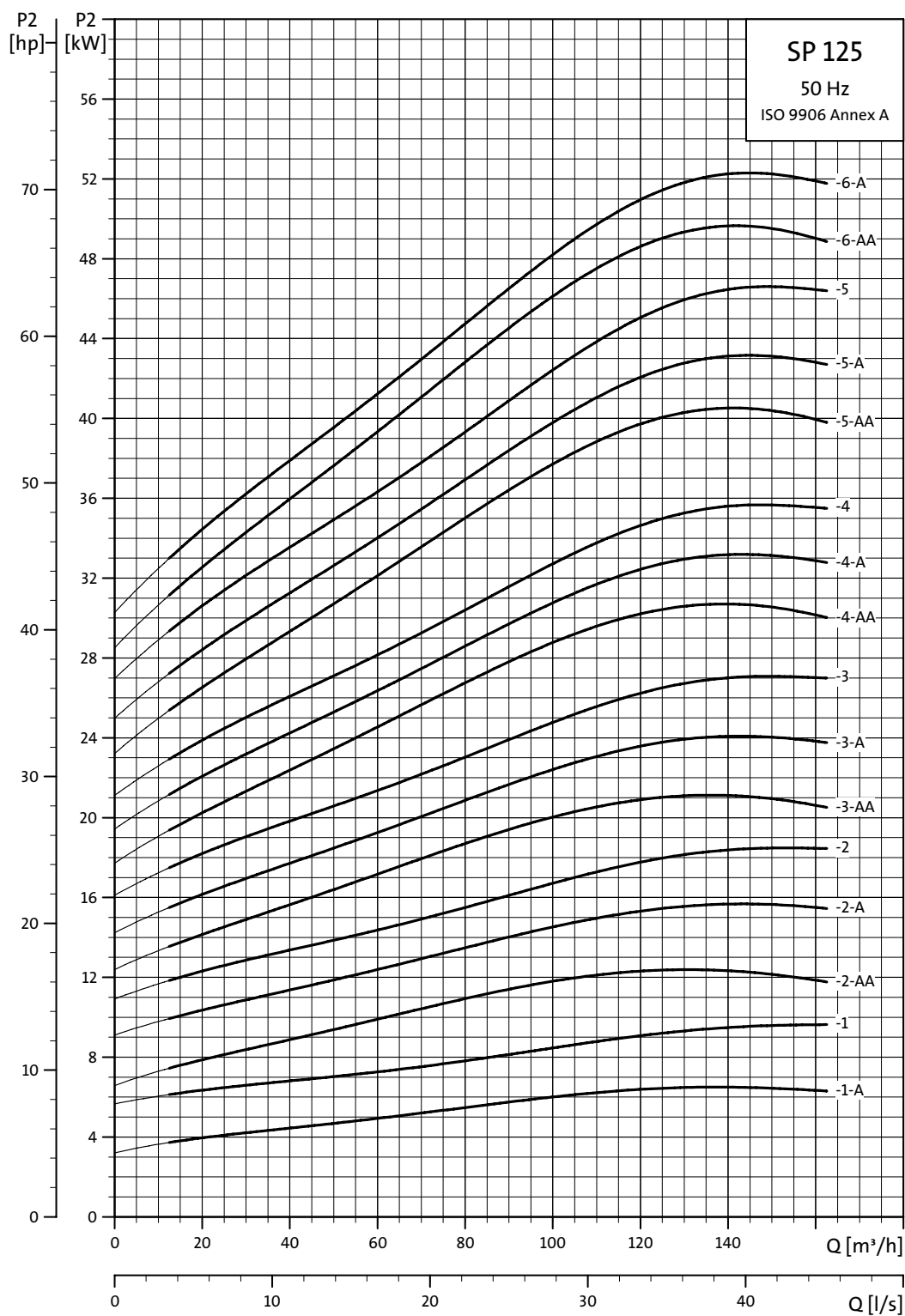
SP 125-1 a SP 125-11 también están disponibles en versiones R, véase la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

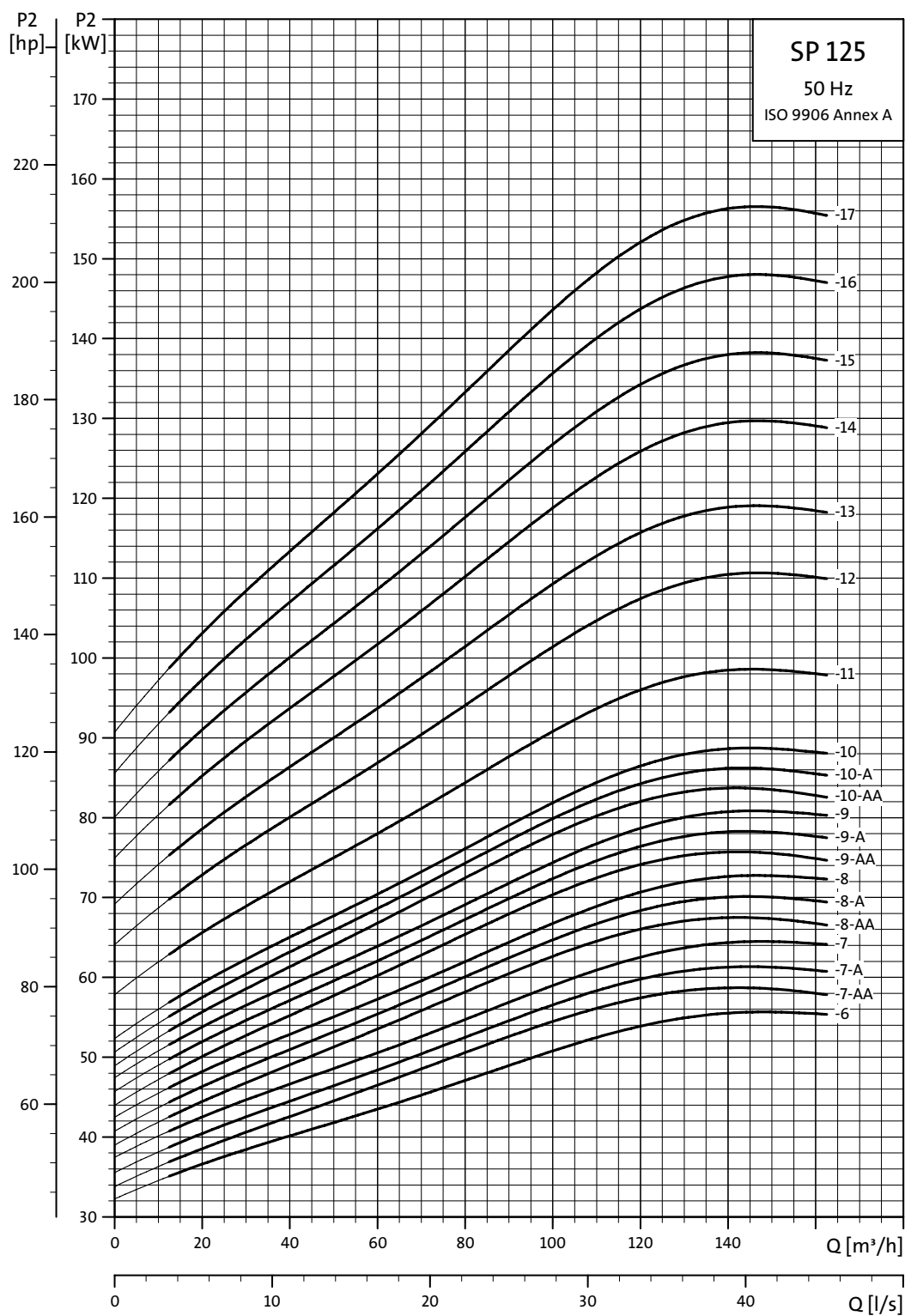


# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 125

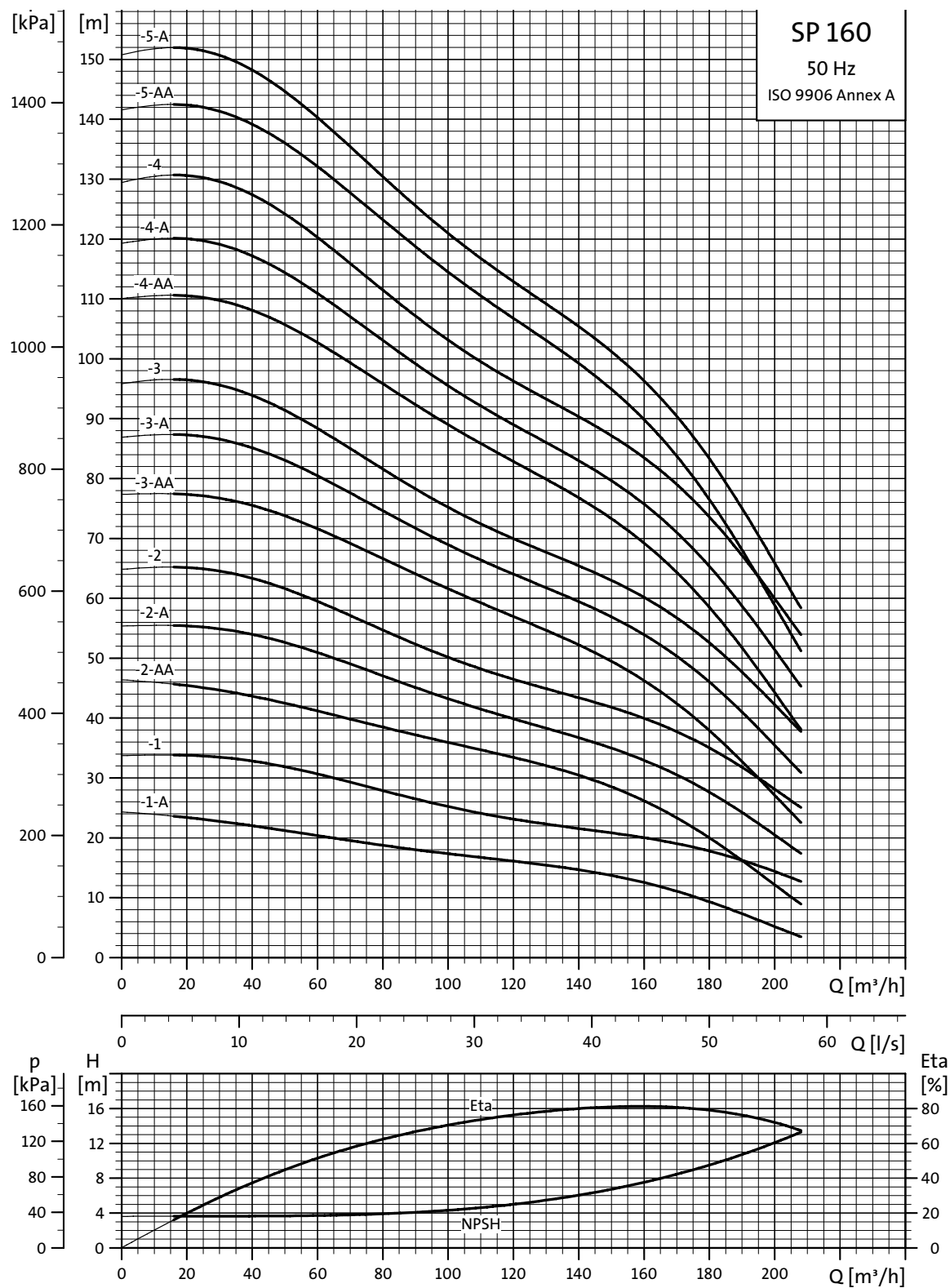


TM01 8779 4702



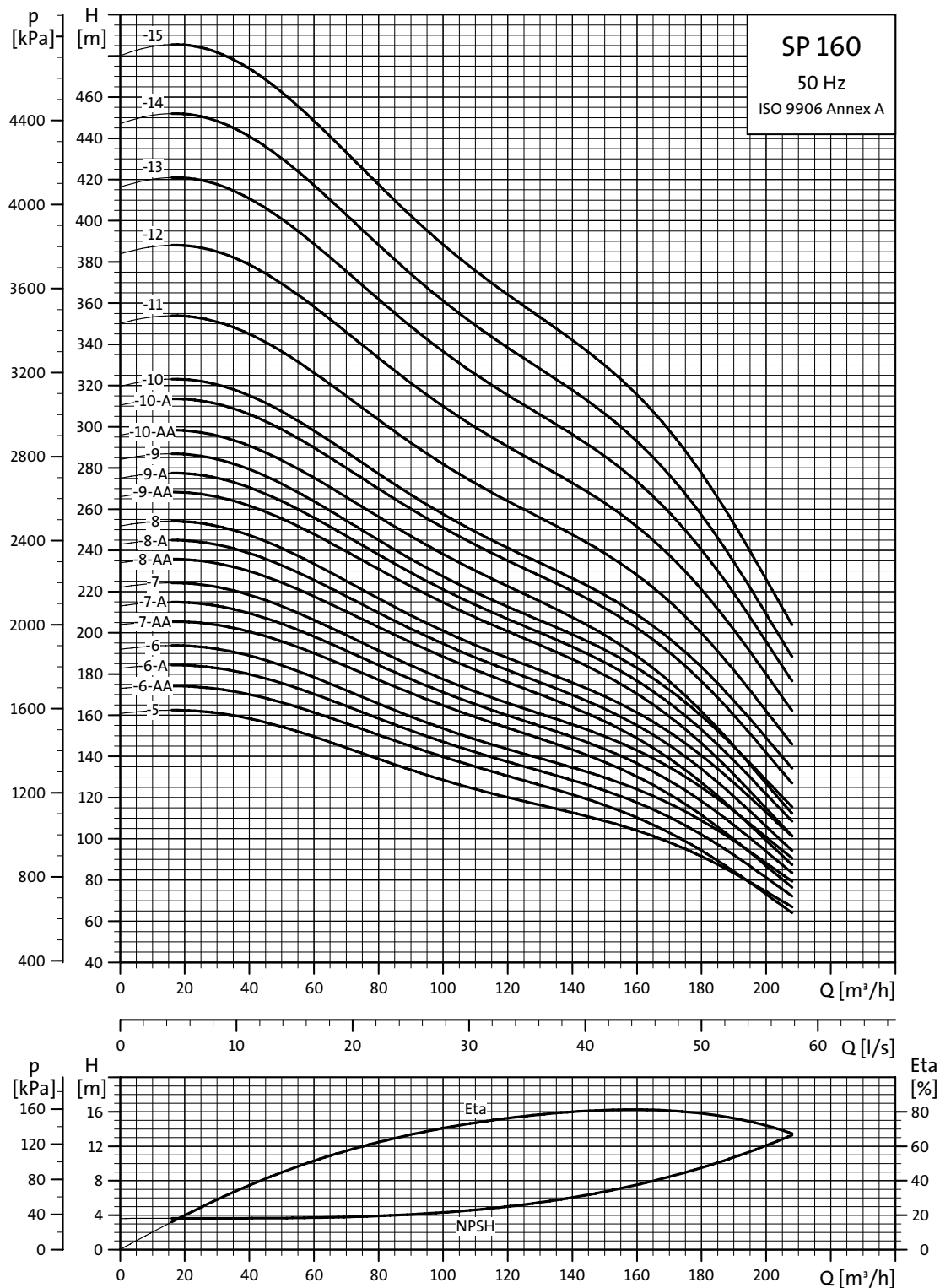
TM01 8780 4702

## SP 160



TM01 8781 4702

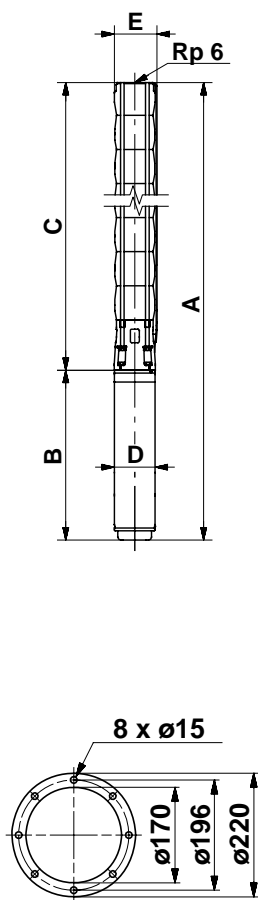
Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.



TM00 8782 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 5.

## Dimensiones y pesos



TM00 8760 3596

TM00 7324 1798

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 6				Bridas Grundfos 6"				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 160-1-A	MS6	9.2	1241	651	211	218	1241	651	222	226	590	143	76
SP 160-1	MS6	13	1359	651	211	218	1359	651	222	226	708	143	82
SP 160-2-AA	MS6	18.5	1590	807	211	218	1590	807	222	226	783	143	97
SP 160-2-A	MS6	22	1645	807	211	218	1645	807	222	226	838	143	103
SP 160-2	MS6	26	1710	807	211	218	1710	807	222	226	903	143	109
SP 160-3-AA	MS6	30	1931	963	211	218	1931	963	222	226	968	143	123
SP 160-3-A	MMS 6000	37	2388	963	211	218	2388	963	222	226	1425	144	170
SP 160-3	MMS 6000	37	2388	963	211	218	2388	963	222	226	1425	144	170
SP 160-4-AA	MMS 8000	45	2389	1119	218	227	2389	1119	229	232	1270	192	230
SP 160-4-A	MMS 8000	45	2389	1119	218	227	2389	1119	229	232	1270	192	230
SP 160-4	MMS 8000	55	2469	1119	218	227	2469	1119	229	232	1350	192	245
SP 160-5-AA	MMS 8000	55	2625	1275	218	227	2625	1275	229	232	1350	192	251
SP 160-5-A	MMS 8000	55	2625	1275	218	227	2625	1275	229	232	1350	192	251
SP 160-5	MMS 8000	63	2765	1275	218	227	2765	1275	229	232	1490	192	277
SP 160-6-AA	MMS 8000	63	2921	1431	218	227	2921	1431	229	232	1490	192	283
SP 160-6-A	MMS 8000	75	3021	1431	218	227	3021	1431	229	232	1590	192	302
SP 160-6	MMS 8000	75	3021	1431	218	227	3021	1431	229	232	1590	192	302
SP 160-7-AA	MMS 8000	75	3177	1587	218	227					1590	192	302
SP 160-7-A	MMS 8000	92	3417	1587	218	227					1830	192	354
SP 160-7	MMS 8000	92	3417	1587	218	227					1830	192	354
SP 160-8-AA	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP 160-8-A	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP 160-8	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP 160-9-AA	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP 160-9-A	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP 160-9	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP 160-10-AA	MMS 8000	110	4411	2351	218	227					2060	192	432
SP 160-10-A	MMS 10000	132	4273	2403	237	237					1870	237	544
SP 160-10	MMS 10000	132	4273	2403	237	237					1870	237	544
SP 160-11	MMS 10000	132	4429	2559	237	237					1870	237	550
SP 160-12	MMS 10000	147	4784	2714	237	237					2070	237	621
SP 160-13	MMS 10000	170	5090	2870	237	237					2220	237	667
SP 160-14	MMS 10000	170	5245	3025	237	237					2220	237	673
SP 160-15	MMS 12000	190	5239	3259	286	286					1980	286	803

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

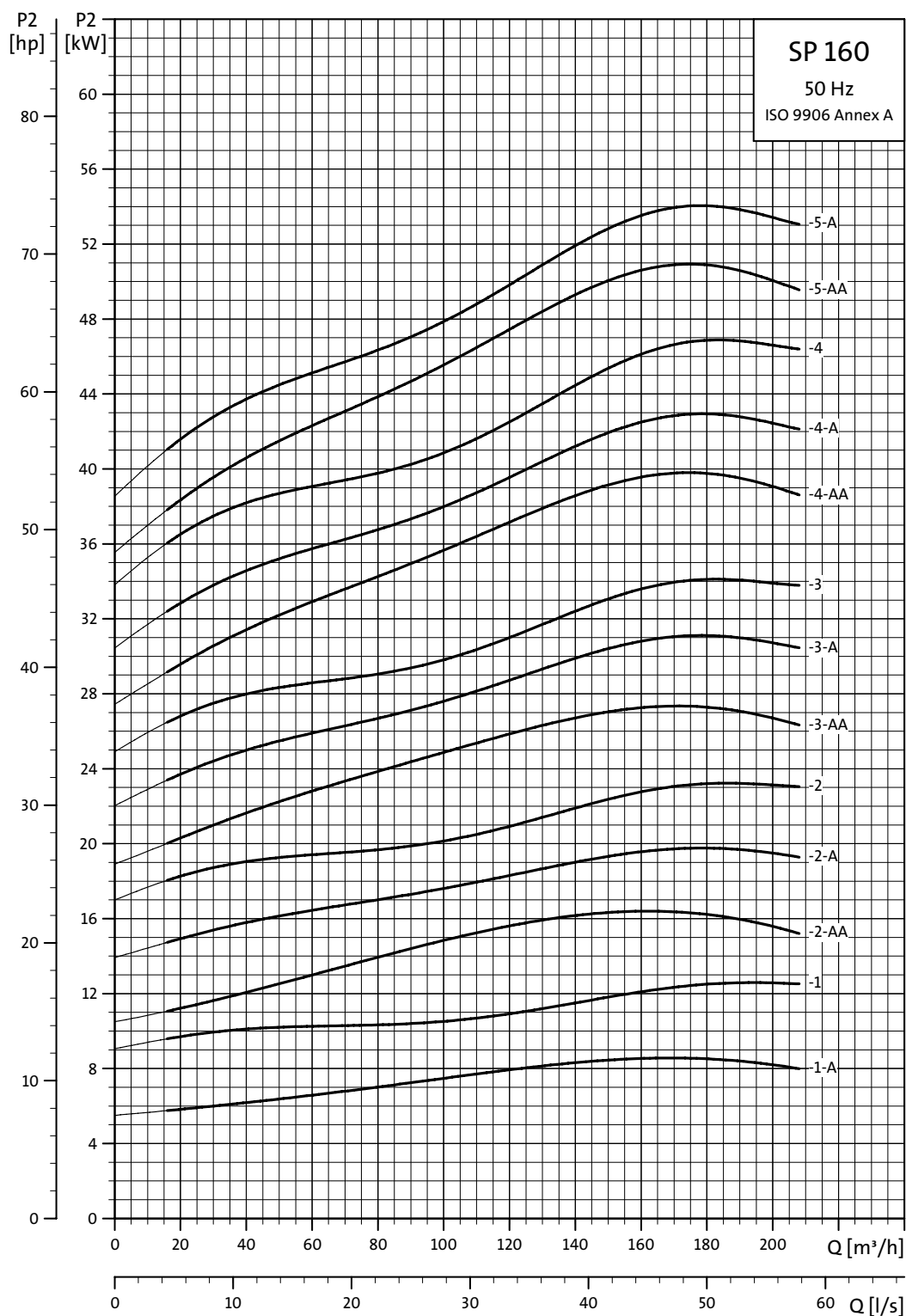
Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones N, véase la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

SP 160-1-A a SP 160-10-AA están también disponibles en las versiones R, véase la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

# Curvas de potencia

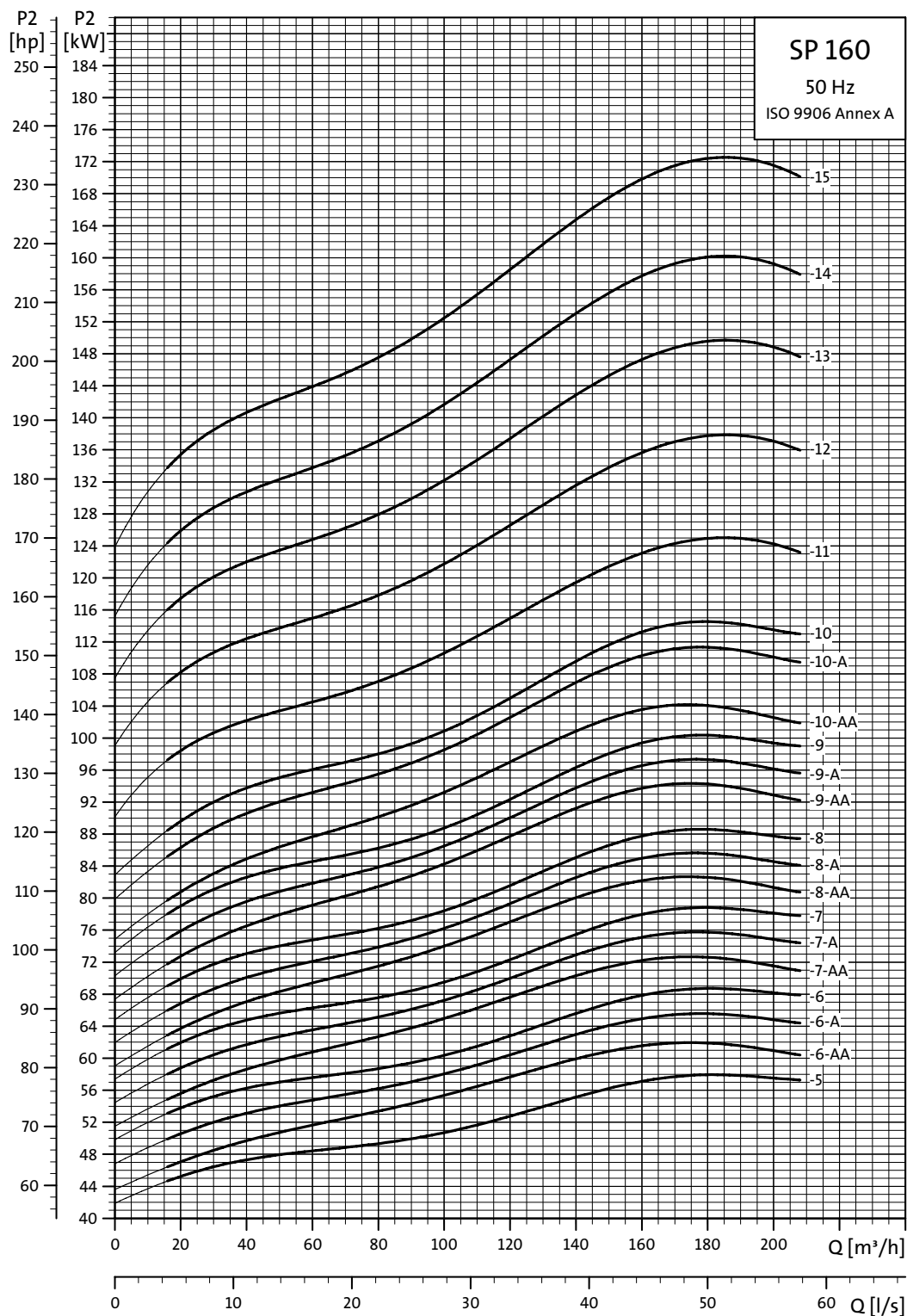
Bombas sumergibles  
SP 160



TM00 8783 4702

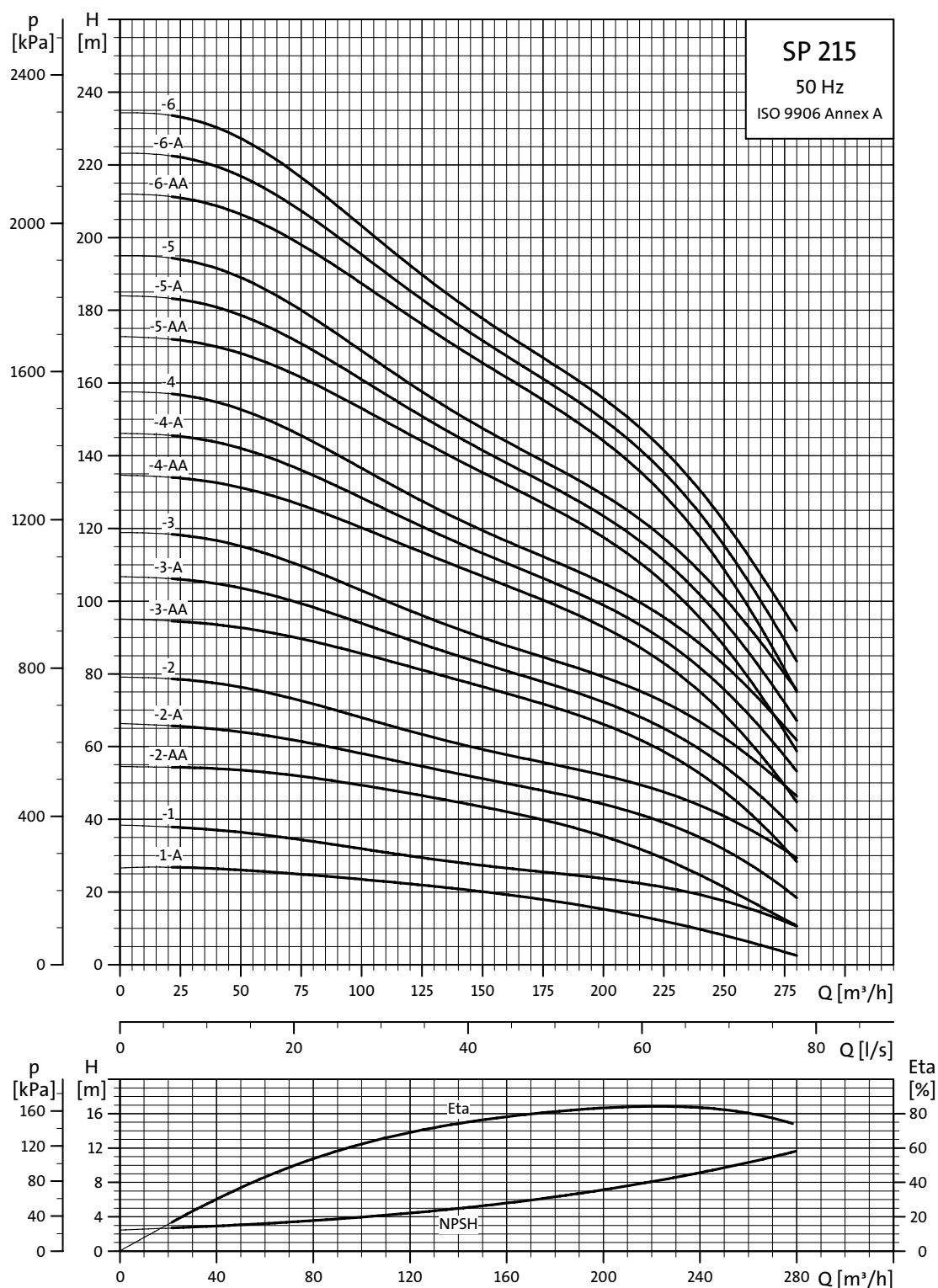
# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 160



TM00 8784 4702

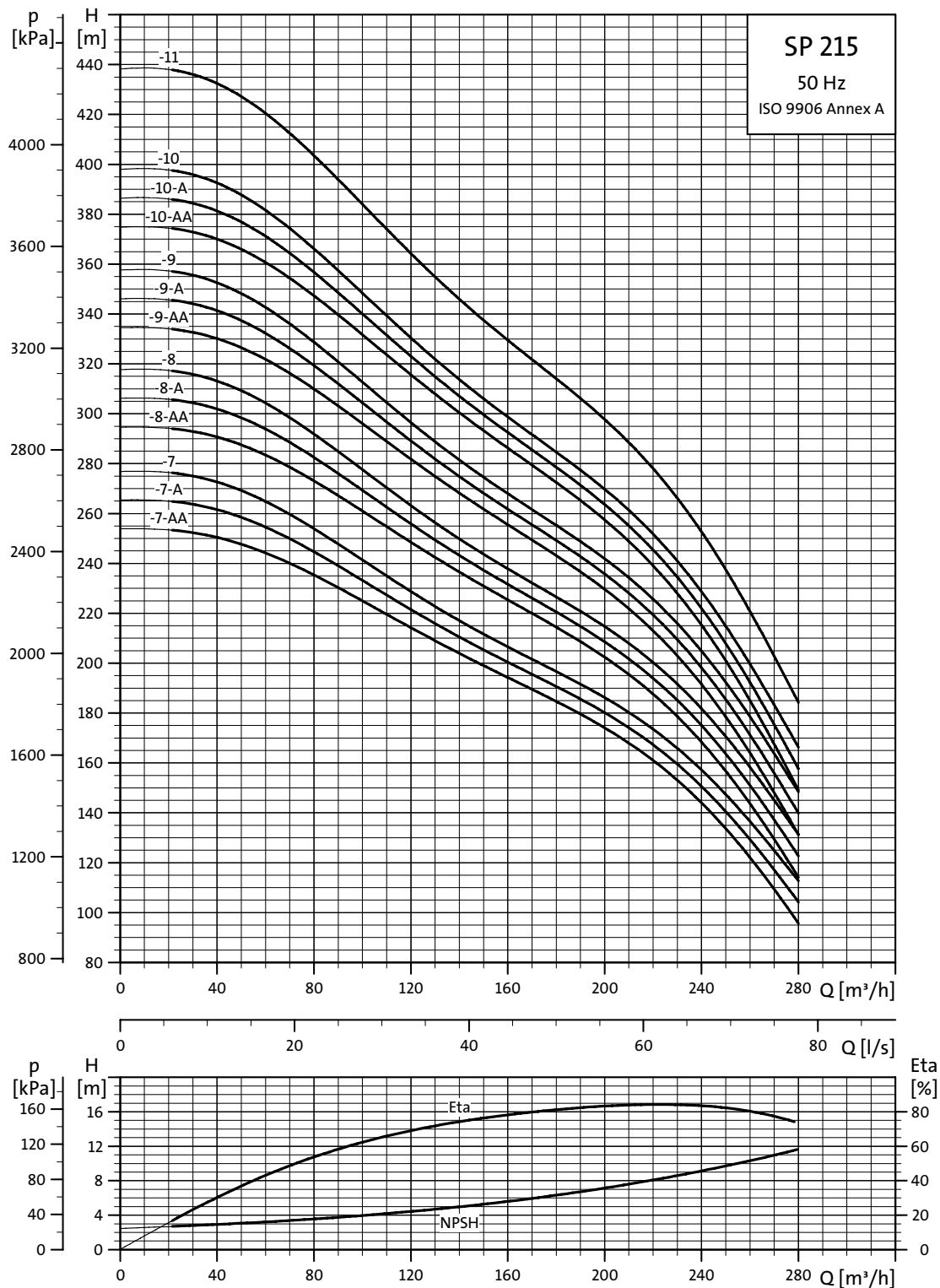
## SP 215



TM00 8785 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 4.

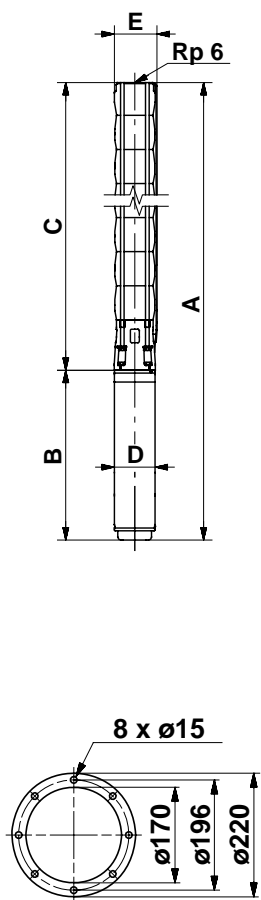




TM00 8786 4702

Explicación de la curva de rendimiento, véase "Condiciones de la curva" en la página 4.

### Dimensiones y pesos



TM00 8760 3596

TM00 7324 1798

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 6				Bridas Grundfos 6"				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 215-1-A	MS6	15	1528	790	241	247	1528	790	241	247	738	143	92
SP 215-1	MS6	18.5	1573	790	241	247	1573	790	241	247	783	143	97
SP 215-2-AA	MS6	30	1934	966	241	247	1934	966	241	247	968	143	127
SP 215-2-A	MMS 6000	37	2391	966	241	247	2391	966	241	247	1425	144	174
SP 215-2	MMS 8000	45	2236	966	241	247	2236	966	241	247	1270	192	228
SP 215-3-AA	MMS 8000	55	2492	1142	241	247	2492	1142	241	247	1350	192	253
SP 215-3-A	MMS 8000	55	2492	1142	241	247	2492	1142	241	247	1350	192	253
SP 215-3	MMS 8000	63	2632	1142	241	247	2632	1142	241	247	1490	192	279
SP 215-4-AA	MMS 8000	75	2908	1318	241	247	2908	1318	241	247	1590	192	308
SP 215-4-A	MMS 8000	75	2908	1318	241	247	2908	1318	241	247	1590	192	308
SP 215-4	MMS 8000	75	2908	1318	241	247	2908	1318	241	247	1590	192	308
SP 215-5-AA	MMS 8000	92	3324	1494	241	247	3324	1494	241	247	1830	192	364
SP 215-5-A	MMS 8000	92	3324	1494	241	247	3324	1494	241	247	1830	192	364
SP 215-5	MMS 8000	92	3554	1494	241	247	3554	1494	241	247	1830	192	364
SP 215-6-AA	MMS 8000	110	3730	1670	241	247	3730	1670	241	247	2060	192	424
SP 215-6-A	MMS 8000	110	3730	1670	241	247	3730	1670	241	247	2060	192	424
SP 215-6	MMS 8000	110	3730	1670	241	247	3730	1670	241	247	2060	192	424
SP 215-7-AA	MMS 10000	132	4016	2146	241	247					1870	237	547
SP 215-7-A	MMS 10000	132	4016	2146	241	247					1870	237	547
SP 215-7	MMS 10000	132	4016	2146	241	247					1870	237	547
SP 215-8-AA	MMS 10000	147	4392	2322	241	247					2070	237	622
SP 215-8-A	MMS 10000	147	4392	2322	241	247					2070	237	622
SP 215-8	MMS 10000	147	4392	2322	241	247					2070	237	622
SP 215-9-AA	MMS 10000	170	4718	2498	276	276					2220	237	672
SP 215-9-A	MMS 10000	170	4718	2498	276	276					2220	237	672
SP 215-9	MMS 10000	170	4718	2498	276	276					2220	237	672
SP 215-10-AA	MMS 12000	190	4654	2674	276	276					1980	286	793
SP 215-10-A	MMS 12000	190	4654	2674	276	276					1980	286	793
SP 215-10	MMS 12000	190	4654	2674	276	276					1980	286	793
SP 215-11	MMS 12000	220	4990	2850	286	286					2140	286	853

\* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

\*\* Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

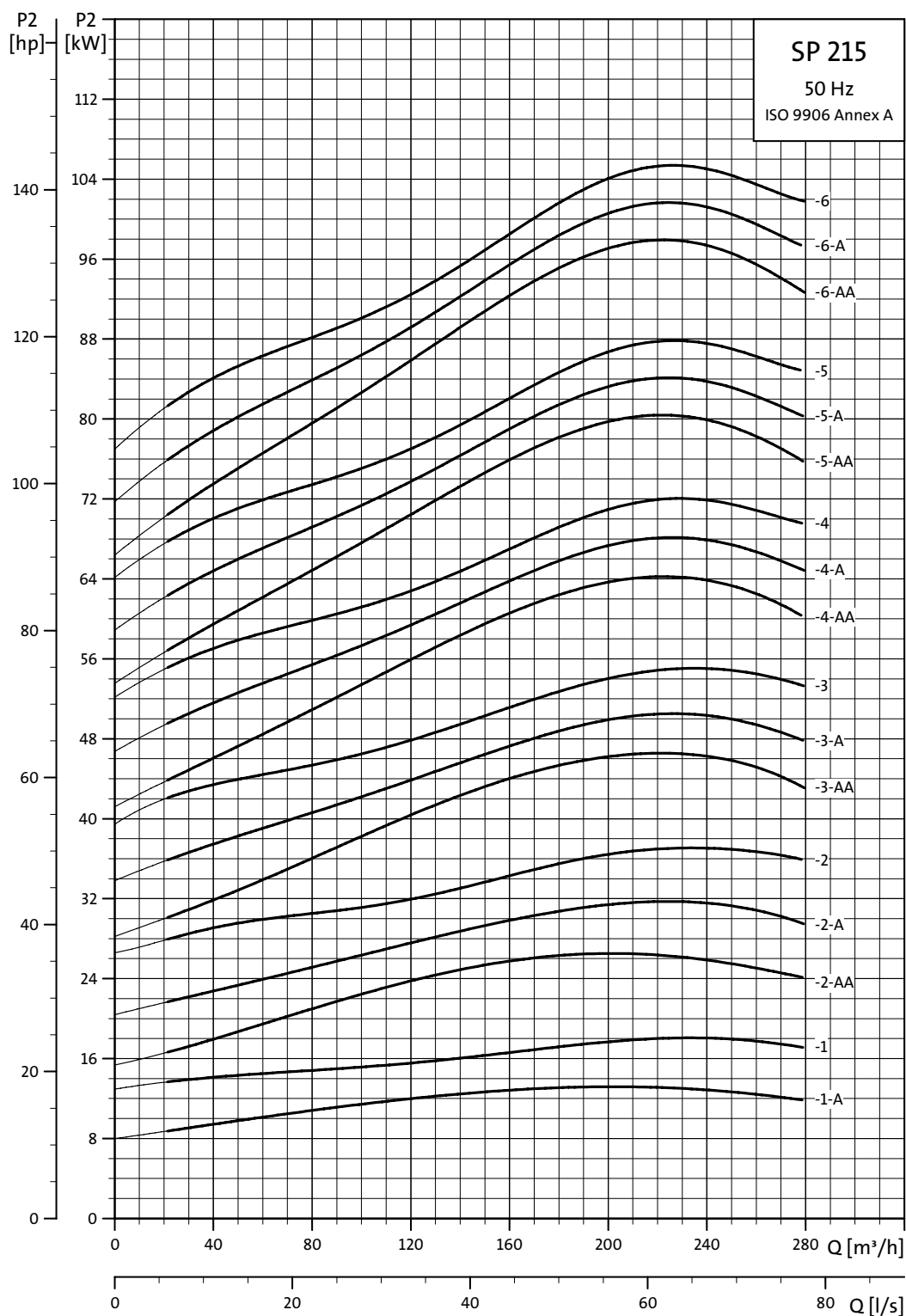
Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones N, véase la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

SP 215-1-A a SP 215-6 están también disponibles en las versiones R, véase la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

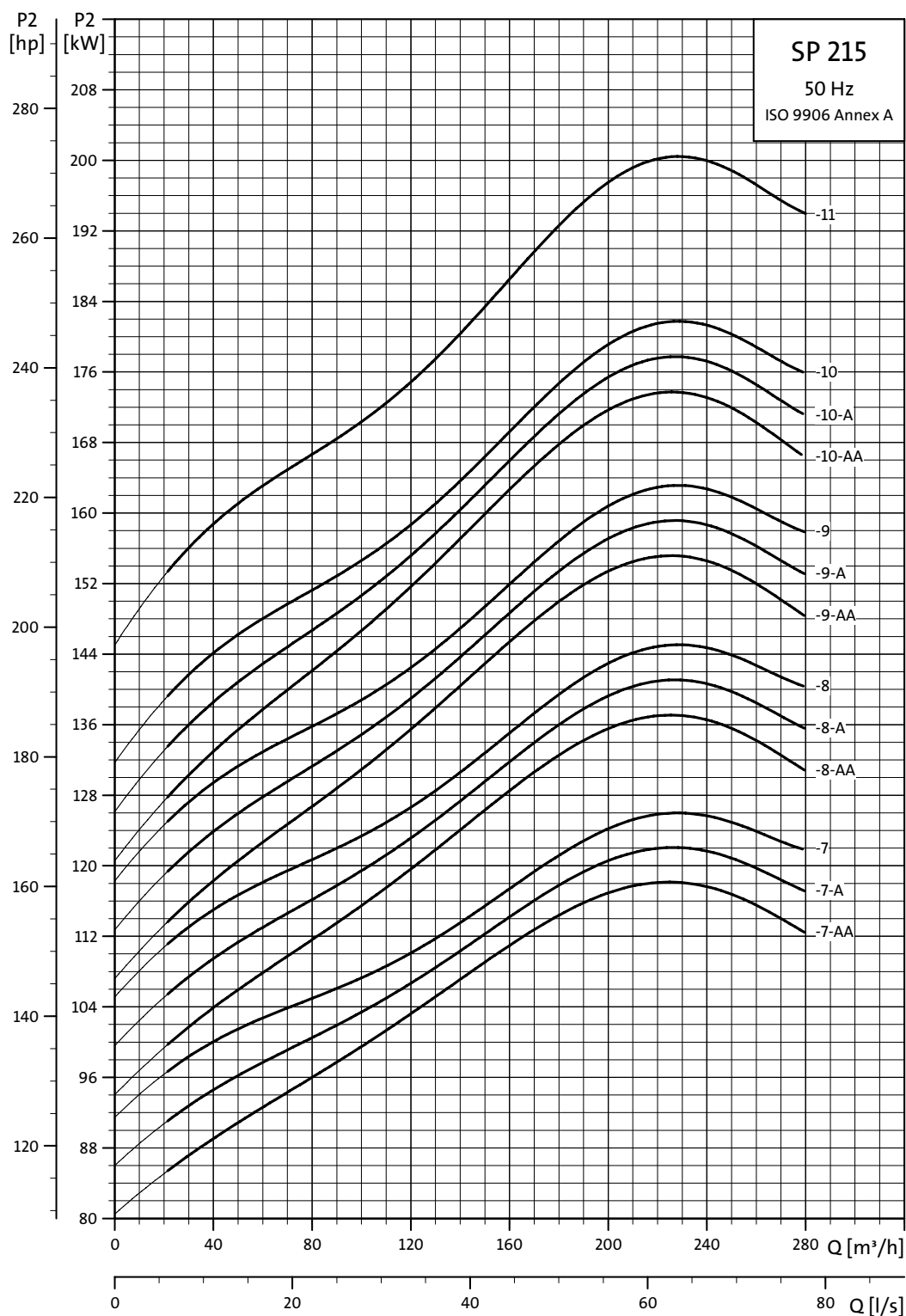
Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

# Curvas de potencia

Bombas sumergibles  
SP 215



TM00 8787 4702



TM00 8788 4702

## 1 x 230 V, motores sumergibles

Datos eléctricos													Dimensiones	
Motor			Intensi- dad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Caja de control para motores de tres cables	Condensador para motores PSC	Longi- tud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]		η <sub>50</sub> %	η <sub>75</sub> %	η <sub>100</sub> %	cos φ 50 %	cos φ 75 %	cos φ 100 %					
MS 402	4"	0.37	3.95	48.0	54.0	57.0	0.58	0.68	0.77	3.4*	SA-SPM2	16μF, 400V, 50Hz	256	6.8
MS 402	4"	0.55	5.80	49.5	56.5	59.5	0.52	0.65	0.74	3.5*	SA-SPM2	20μF, 400V, 50Hz	291	8.2
MS 402	4"	0.75	7.45	52.0	58.0	60.0	0.57	0.69	0.79	3.6*	SA-SPM2	30μF, 400V, 50Hz	306	8.9
MS 402	4"	1.1	7.30	62.0	69.5	72.5	0.99	0.99	0.99	4.3*	SA-SPM3	40μF, 400V, 50Hz	346	10.5
MS 402	4"	1.5	10.2	56.5	66.5	71.0	0.91	0.96	0.98	3.9	SA-SPM3		346	11.0
MS 4000 (R)	4"	2.2	14.0	67.0	73.0	75.0	0.91	0.94	0.96	4.4	SA-SPM3		576	21.0

\* Se aplica a los motores de 3 cables.

Los motores MS 402 de 2 cables incorporan un sistema de protección del motor y, por lo tanto, pueden conectarse directamente a la alimentación eléctrica.

## 3 x 230 V, motores sumergibles

Datos eléctricos											Dimensiones	
Motor			Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]		η 50 %	η 75 %	η 100 %	cos φ 50 %	cos φ 75 %	cos φ 100 %			
MS 402	4"	0.37	2.55	51.0	59.5	64.0	0.44	0.55	0.64	3.7	226	5.5
MS 402	4"	0.55	4.00	48.5	57.0	64.0	0.42	0.52	0.64	3.5	241	6.3
MS 402	4"	0.75	4.20	64.0	69.5	73.0	0.50	0.62	0.72	4.6	276	7.7
MS 4000 (R)	4"	0.75	3.35	66.8	71.1	72.9	0.66	0.76	0.82	5.1	401	13.0
MS 402	4"	1.1	6.20	62.5	69.0	73.0	0.47	0.59	0.72	4.6	306	8.9
MS 4000 (R)	4"	1.1	5.00	69.1	73.2	75.0	0.57	0.70	0.78	5.2	416	14.0
MS 402	4"	1.5	7.65	68.0	73.0	75.0	0.50	0.64	0.75	5.0	346	10.5
MS 4000 (R)	4"	1.5	7.40	66.6	71.4	72.9	0.53	0.66	0.74	4.5	416	14.0
MS 402	4"	2.2	10.0	72.5	75.5	76.0	0.56	0.71	0.82	4.7	346	11.9
MS 4000 (R)	4"	2.2	11.6	64.5	70.8	73.3	0.44	0.58	0.69	4.2	456	16.0
MS 4000 (R)	4"	3.0	14.6	67.5	72.8	74.6	0.48	0.62	0.73	4.4	496	17.0
MS 4000 (R)	4"	4.0	17.6	73.9	77.4	77.9	0.52	0.67	0.77	4.9	576	21.0
MS 4000 (R)	4"	5.5	24.2	76.0	78.8	79.6	0.51	0.66	0.76	4.9	676	26.0
MS6 (R)	6"	5.5	21.2	80.5	82.3	81.5	0.70	0.80	0.84	4.5	535	35.5
MS6 (R)	6"	7.5	28.5	80.5	82.6	82.1	0.68	0.78	0.84	5.0	565	37.0
MS6 (R)	6"	9.2	35.0	80.8	82.9	82.3	0.68	0.78	0.84	4.9	590	42.5
MS6 (R)	6"	11	43.0	80.3	82.7	82.6	0.62	0.76	0.82	4.9	683	45.5
MS6 (R)	6"	13	51.0	80.1	82.5	82.3	0.62	0.74	0.82	4.7	708	48.5
MS6 (R)	6"	15	58.5	80.8	83.1	82.9	0.62	0.76	0.82	4.7	738	52.5
MS6 (R)	6"	18.5	72.0	81.2	83.4	83.1	0.62	0.76	0.82	4.8	783	58.0
MS6 (R)	6"	22	85.0	81.7	83.8	83.7	0.62	0.76	0.82	5.0	838	64.0
MS6 (R)	6"	26	100	81.8	84.0	84.0	0.62	0.74	0.82	5.3	903	69.5
MS6 (R)	6"	30	110	82.3	84.2	83.7	0.66	0.78	0.84	5.2	968	77.5

MS 402: Los datos se aplican a 3 x 220 V.

## 3 x 230 V, motores rebobinables sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor		Potencia [kW]	Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño			η <sub>50</sub> %	η <sub>75</sub> %	η <sub>100</sub> %	cos φ 50 %	cos φ 75 %	cos φ 100 %			
MMS 6000 (-N)	6"	3.7	17.2	67	71	70	0.64	0.75	0.82	4.0	630	45
MMS 6000 (-N)	6"	5.5	24.2	75	76	74	0.63	0.75	0.81	3.7	660	48
MMS 6000 (-N)	6"	7.5	32.0	78	79	77	0.61	0.74	0.80	3.7	690	50
MMS 6000 (-N)	6"	9.2	38.5	77	78	77	0.64	0.76	0.82	3.6	720	55
MMS 6000 (-N)	6"	11	45.5	78	79	78	0.66	0.77	0.83	3.7	780	60
MMS 6000 (-N)	6"	13	52.5	81	82	80	0.65	0.77	0.82	3.8	915	72
MMS 6000 (-N)	6"	15	58.5	82	83	81	0.66	0.78	0.83	3.8	975	78
MMS 6000 (-N)	6"	18.5	67.0	85	85	83	0.76	0.85	0.88	5.3	1085	90
MMS 6000 (-N)	6"	22	79.5	85	85	84	0.75	0.84	0.87	5.2	1195	100
MMS 6000 (-N)	6"	26	100	84	85	84	0.63	0.76	0.83	4.7	1315	115
MMS 6000 (-N)	6"	30	112	85	85	84	0.66	0.78	0.84	4.8	1425	125
MMS 6000 (-N)	6"	37	146	85	86	84	0.59	0.73	0.80	4.8	1425	125
MMS 8000 (-N, -R)	8"	22	82.5	80	84	84	0.71	0.80	0.84	5.3	1010	126
MMS 8000 (-N, -R)	8"	26	95.5	81	84	84	0.76	0.83	0.86	5.1	1050	134
MMS 8000 (-N, -R)	8"	30	110	83	85	86	0.71	0.80	0.84	5.7	1110	146
MMS 8000 (-N, -R)	8"	37	134	83	86	86	0.73	0.82	0.85	5.7	1160	156
MMS 8000 (-N, -R)	8"	45	168	84	87	88	0.62	0.74	0.81	6.0	1270	177
MMS 8000 (-N, -R)	8"	55	214	84	87	88	0.57	0.70	0.77	5.9	1350	192
MMS 8000 (-N, -R)	8"	63	210	87	89	89	0.81	0.87	0.90	5.7	1490	218
MMS 10000 (N)	10"	75	270	84	86	86	0.72	0.81	0.85	5.4	1500	330
MMS 10000 (N)	10"	92	345	83	85	86	0.65	0.77	0.82	5.6	1690	385
MMS 10000 (N)	10"	110	385	85	86	86	0.80	0.86	0.88	5.7	1870	435

## 3 x 400 V, motores sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor		Potencia [kW]	Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño			η <sub>50</sub> %	η <sub>75</sub> %	η <sub>100</sub> %	cos φ 50 %	cos φ 75 %	cos φ 100 %			
MS 402	4"	0.37	1.40	51.0	59.5	64.0	0.44	0.55	0.64	3.7	226	5.5
MS 402	4"	0.55	2.20	48.5	57.0	64.0	0.42	0.52	0.64	3.5	241	6.3
MS 402	4"	0.75	2.30	64.0	69.5	73.0	0.50	0.62	0.72	4.7	276	7.7
MS 4000R	4"	0.75	1.84	68.1	71.6	72.8	0.69	0.79	0.84	4.9	401	13.0
MS 402	4"	1.1	3.40	62.5	69.0	73.0	0.47	0.59	0.72	4.6	306	8.9
MS 4000R	4"	1.1	2.75	70.3	74.0	74.4	0.62	0.74	0.82	5.1	416	14.0
MS 402	4"	1.5	4.20	68.0	73.0	75.0	0.50	0.64	0.75	5.0	346	10.5
MS 4000R	4"	1.5	4.00	69.1	72.7	73.7	0.55	0.69	0.78	4.3	416	14.0
MS 402	4"	2.2	5.50	72.5	75.5	76.0	0.56	0.71	0.82	4.7	346	11.9
MS 4000 (R)	4"	2.2	6.05	67.9	73.1	74.5	0.49	0.63	0.74	4.5	456	16.0
MS 4000 (R)	4"	3.0	7.85	71.5	74.5	75.2	0.53	0.67	0.77	4.5	496	17.0
MS 4000 (R)	4"	4.0	9.60	77.3	78.4	78.0	0.57	0.71	0.80	4.8	576	21.0
MS 4000 (R)	4"	5.5	13.0	78.5	80.1	79.8	0.57	0.72	0.81	4.9	676	26.0
MS 4000 (R)	4"	7.5	18.8	75.2	78.2	78.2	0.52	0.67	0.78	4.5	776	31.0
MS6 (R)	6"	5.5	12.2	80.0	82.0	81.2	0.68	0.80	0.84	4.6	544	35.5
MS6 (R)	6"	7.5	16.6	80.5	82.6	82.0	0.68	0.80	0.84	5.0	574	37.0
MS6 (R)	6"	9.2	20.2	81.2	83.1	82.5	0.68	0.80	0.84	4.9	604	42.5
MS6 (R)	6"	11	24.6	80.6	82.7	82.3	0.64	0.78	0.84	4.8	634	45.5
MS6 (R)	6"	13	29.0	80.6	82.9	82.6	0.62	0.76	0.82	4.7	664	48.5
MS6 (R)	6"	15	33.5	81.0	83.2	82.8	0.64	0.76	0.82	4.6	699	52.5
MS6 (R)	6"	18.5	41.5	80.9	83.1	82.8	0.62	0.76	0.82	4.8	754	58.0
MS6 (R)	6"	22	48.5	81.7	83.7	83.4	0.64	0.76	0.84	4.9	814	64.0
MS6 (R)	6"	26	57.5	81.8	83.9	83.6	0.64	0.76	0.82	5.2	874	69.5
MS6 (R)	6"	30	65.0	82.4	84.3	83.8	0.66	0.78	0.84	5.3	944	77.5

## 3 x 400 V, motores industriales sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor			Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]		η 50 %	η 75 %	η 100 %	cos φ 50 %	cos φ 75 %	cos φ 100 %			
MS 4000 (R)	4"	2.2	5.9	72.5	76.5	77.0	0.59	0.71	0.80	5.0	496	17.0
MS 4000 (R)	4"	3.0	7.5	75.0	79.0	80.0	0.58	0.71	0.79	5.4	576	21.0
MS 4000 (R)	4"	4.0	9.75	75.5	79.5	79.5	0.67	0.78	0.84	5.3	676	26.0
MS 4000 (R)	4"	5.5	14.4	77.5	79.6	79.8	0.55	0.69	0.79	5.0	776	42.5

## 3 x 400 V, motores sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor		Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]	
Tipo	Tamaño		Potencia [kW]	η50 %	η75 %	η100 %	Cos φ 50 %	Cos φ 75 %				Cos φ 100 %
MS6 (R)T60	6"	5.5	11.8	80.6	83.3	83.3	0.72	0.82	0.86	5.5	565	38
MS6 (R)T60	6"	7.5	15.8	81.7	83.7	83.2	0.78	0.84	0.86	4.8	610	43
MS6 (R)T60	6"	9.2	19.4	81.9	84.0	83.7	0.76	0.84	0.86	4.9	635	46
MS6 (R)T60	6"	11	23.2	82.1	84.3	84.0	0.74	0.82	0.86	4.9	738	53
MS6 (R)T60	6"	13	27.0	82.4	84.5	84.1	0.76	0.84	0.86	5.0	783	58
MS6 (R)T60	6"	15	31.0	82.6	84.8	84.7	0.76	0.84	0.86	5.3	838	64
MS6 (R)T60	6"	18.5	38.5	82.9	85.0	84.8	0.76	0.84	0.86	5.5	903	71
MS6 (R)T60	6"	22	45.0	83.2	85.2	84.9	0.78	0.84	0.88	5.6	1023	84

## 3 x 400 V, motores rebobinables sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor		Potencia [kW]	Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño			η <sub>50</sub> %	η <sub>75</sub> %	η <sub>100</sub> %	cos φ 50 %	cos φ 75 %	cos φ 100 %			
MMS 6000 (-N)	6"	3.7	9.85	67	70	70	0.63	0.75	0.81	4.0	630	45
MMS 6000 (-N)	6"	5.5	14.0	75	76	74	0.62	0.75	0.81	3.7	660	48
MMS 6000 (-N)	6"	7.5	18.4	77	79	77	0.60	0.73	0.80	3.7	690	50
MMS 6000 (-N)	6"	9.2	22.4	77	78	77	0.64	0.76	0.81	3.6	720	55
MMS 6000 (-N)	6"	11	26.0	78	79	78	0.65	0.77	0.82	3.7	780	60
MMS 6000 (-N)	6"	13	30.0	81	81	80	0.64	0.76	0.82	3.8	915	72
MMS 6000 (-N)	6"	15	34.0	82	82	81	0.66	0.78	0.83	3.8	975	78
MMS 6000 (-N)	6"	18.5	40.5	83	85	84	0.64	0.77	0.83	5.3	1085	90
MMS 6000 (-N)	6"	22	47.5	84	85	84	0.65	0.77	0.83	5.2	1195	100
MMS 6000 (-N)	6"	26	56.0	85	85	84	0.68	0.79	0.85	4.7	1315	115
MMS 6000 (-N)	6"	30	64.0	85	85	84	0.67	0.79	0.84	4.8	1425	125
MMS 6000 (-N)	6"	37	80.0	84	85	83	0.66	0.77	0.83	4.3	1425	125
MMS 8000 (-N, -R)	8"	22	48.0	80	82	82	0.72	0.81	0.84	5.3	1010	126
MMS 8000 (-N, -R)	8"	26	56.5	80	82	82	0.76	0.83	0.85	5.1	1050	134
MMS 8000 (-N, -R)	8"	30	64.0	82	84	84	0.74	0.82	0.85	5.7	1110	146
MMS 8000 (-N, -R)	8"	37	78.5	82	84	84	0.74	0.82	0.85	5.7	1160	156
MMS 8000 (-N, -R)	8"	45	96.5	84	86	86	0.65	0.76	0.82	6.0	1270	177
MMS 8000 (-N, -R)	8"	55	114	84	86	86	0.72	0.81	0.85	5.9	1350	192
MMS 8000 (-N, -R)	8"	63	132	85	87	87	0.66	0.78	0.83	5.7	1490	218
MMS 8000 (-N, -R)	8"	75	152	86	87	87	0.71	0.82	0.86	5.8	1590	237
MMS 8000 (-N, -R)	8"	92	186	87	88	87	0.72	0.82	0.86	5.9	1830	283
MMS 8000 (-N, -R)	8"	110	224	86	87	87	0.73	0.83	0.87	5.8	2060	333
MMS 10000 (N)	10"	75	156	84	86	87	0.70	0.80	0.84	5.4	1400	280
MMS 10000 (N)	10"	92	194	84	87	87	0.67	0.78	0.82	5.6	1500	330
MMS 10000 (N)	10"	110	228	85	87	88	0.70	0.79	0.84	5.7	1690	385
MMS 10000 (N)	10"	132	270	85	88	88	0.71	0.81	0.84	5.7	1870	435
MMS 10000 (N)	10"	147	315	84	87	87	0.64	0.75	0.81	6.2	2070	500
MMS 10000 (N)	10"	170	365	84	86	87	0.64	0.75	0.81	6.0	2220	540
MMS 10000 (N)	10"	190	425	83	86	87	0.60	0.72	0.79	5.9	2400	580
MMS 12000 (N)	12"	147	305	84	87	88	0.66	0.77	0.83	6.2	1790	565
MMS 12000 (N)	12"	170	345	85	87	88	0.69	0.79	0.85	6.1	1880	605
MMS 12000 (N)	12"	190	390	85	87	88	0.68	0.79	0.84	6.2	1980	650
MMS 12000 (N)	12"	220	445	85	87	88	0.69	0.80	0.85	6.1	2140	700
MMS 12000 (N)	12"	250	505	85	87	88	0.69	0.80	0.85	5.9	2290	775



## 3 x 500 V, motores sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor			Intensidad a plena carga $I_n$ [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			$I_{st}$ $I_n$	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]		$\eta_{50\%}$	$\eta_{75\%}$	$\eta_{100\%}$	$\cos \phi_{50\%}$	$\cos \phi_{75\%}$	$\cos \phi_{100\%}$			
MS 4000R	4"	0.75	1.5	69.1	72.7	73.7	0.55	0.69	0.78	4.7	401	13.0
MS 4000R	4"	1.1	2.2	70.3	74.0	74.4	0.62	0.74	0.82	5.0	416	14.0
MS 4000R	4"	1.5	3.2	69.1	72.7	73.7	0.55	0.69	0.78	4.4	416	14.0
MS 4000 (R)	4"	2.2	4.9	67.9	73.1	74.5	0.49	0.63	0.74	4.3	456	16.0
MS 4000 (R)	4"	3.0	6.3	71.5	74.5	75.2	0.53	0.67	0.77	4.6	496	17.0
MS 4000 (R)	4"	4.0	7.7	77.3	78.4	78.0	0.57	0.71	0.81	4.8	576	21.0
MS 4000 (R)	4"	5.5	10.4	78.5	80.1	79.8	0.57	0.72	0.81	4.9	676	26.0
MS 4000 (R)	4"	7.5	15.0	75.2	78.2	78.2	0.52	0.67	0.78	4.5	776	31.0
MS6 (R)	6"	5.5	9.55	82.6	82.6	81.5	0.82	0.86	0.86	430	565	38
MS6 (R)	6"	7.5	12.8	83.2	83.3	82.2	0.82	0.86	0.86	445	590	41
MS6 (R)	6"	9.2	15.6	83.3	83.4	82.3	0.80	0.86	0.86	440	610	43
MS6 (R)	6"	11	18.8	83.4	83.8	82.9	0.78	0.86	0.86	445	708	49
MS6 (R)	6"	13	22.0	83.7	84.0	83.1	0.78	0.86	0.86	430	738	53
MS6 (R)	6"	15	25.0	84.2	84.0	83.0	0.82	0.86	0.88	425	783	58
MS6 (R)	6"	18.5	31.0	84.5	84.2	83.1	0.82	0.86	0.88	430	838	64
MS6 (R)	6"	22	36.5	84.6	84.4	83.3	0.82	0.88	0.88	450	903	71
MS6 (R)	6"	26	43.5	84.7	84.6	83.6	0.82	0.86	0.88	470	968	78
MS6 (R)	6"	30	50.0	84.7	84.9	84.1	0.80	0.86	0.88	500	1023	84

## 3 x 500 V, motores industriales sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor			Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]		η 50 %	η 75 %	η 100 %	Cos φ 50 %	Cos φ 75 %	Cos φ 100 %			
MS 4000 (R)	4"	2.2	4.7	72.5	76.5	77.0	0.59	0.71	0.80	4.9	496	17.0
MS 4000 (R)	4"	3.0	6.2	75.0	79.0	80.0	0.58	0.71	0.79	5.4	576	21.0
MS 4000 (R)	4"	4.0	7.8	75.5	79.5	79.5	0.67	0.78	0.84	5.2	676	26.0
MS 4000 (R)	4"	5.5	11.6	77.0	79.5	80.0	0.55	0.68	0.78	5.0	776	31.0

## 3 x 500 V, motores rebobinables sumergibles

Datos eléctricos										Dimensiones		
Motor		Intensidad a plena carga I <sub>n</sub> [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I <sub>st</sub> I <sub>n</sub>	Longitud [mm]	Peso [kg]	
Tipo	Tamaño		Poten- cia [kW]	η50 %	η75 %	η100 %	Cos φ 50 %	Cos φ 75 %				Cos φ 100 %
MMS 6000 (-N)	6"	7.5	14.4	78	78	74	0.73	0.82	0.85	3.2	690	50
MMS 6000 (-N)	6"	9.2	17.4	77	78	76	0.69	0.80	0.84	3.4	720	55
MMS 6000 (-N)	6"	11	15.0	79	79	77	0.71	0.81	0.85	4.7	780	60
MMS 6000 (-N)	6"	13	23.4	82	82	80	0.69	0.98	0.84	3.7	915	72
MMS 6000 (-N)	6"	15	26.5	83	83	80	0.76	0.84	0.86	4.2	975	78
MMS 6000 (-N)	6"	18.5	31.5	84	85	84	0.70	0.81	0.85	5.2	1085	90
MMS 6000 (-N)	6"	22	36.5	85	86	84	0.77	0.85	0.87	4.9	1195	100
MMS 6000 (-N)	6"	26	44.5	85	85	84	0.68	0.79	0.85	4.8	1315	115
MMS 6000 (-N)	6"	30	50.5	86	86	84	0.72	0.82	0.86	4.7	1425	125
MMS 6000 (-N)	6"	37	63.0	86	86	85	0.68	0.79	0.84	4.9	1425	125
MMS 8000 (-N, -R)	8"	22	37.5	81	83	83	0.79	0.85	0.87	4.7	1010	126
MMS 8000 (-N, -R)	8"	26	44.0	81	84	83	0.80	0.85	0.86	4.8	1050	134
MMS 8000 (-N, -R)	8"	30	49.5	83	85	85	0.78	0.85	0.86	5.6	1110	146
MMS 8000 (-N, -R)	8"	37	60.5	84	85	85	0.82	0.87	0.87	5.6	1160	156
MMS 8000 (-N, -R)	8"	45	72.0	85	87	87	0.73	0.82	0.86	6.2	1270	177
MMS 8000 (-N, -R)	8"	55	88.5	86	88	88	0.71	0.81	0.86	6.1	1350	192
MMS 8000 (-N, -R)	8"	63	96.5	87	89	88	0.82	0.88	0.90	6.1	1490	218
MMS 8000 (-N, -R)	8"	75	114	88	89	88	0.85	0.89	0.90	5.6	1590	237
MMS 8000 (-N, -R)	8"	92	142	88	87	88	0.81	0.87	0.89	5.3	1830	283
MMS 8000 (-N, -R)	8"	110	182	86	88	88	0.67	0.78	0.84	5.3	2060	333
MMS 10000 (N)	10"	75	122	85	87	87	0.77	0.84	0.86	5.3	1400	280
MMS 10000 (N)	10"	92	150	85	87	87	0.74	0.82	0.85	5.3	1500	330
MMS 10000 (N)	10"	110	178	85	87	88	0.76	0.84	0.86	5.4	1690	385
MMS 10000 (N)	10"	132	210	86	88	87	0.82	0.87	0.88	5.0	1870	435
MMS 10000 (N)	10"	147	236	85	88	88	0.74	0.83	0.86	5.8	2070	500
MMS 10000 (N)	10"	170	270	86	88	88	0.78	0.85	0.87	5.4	2220	540
MMS 10000 (N)	10"	190	305	86	88	87	0.80	0.86	0.87	5.3	2400	580
MMS 12000 (N)	12"	147	218	86	89	90	0.80	0.88	0.91	6.9	1790	565
MMS 12000 (N)	12"	170	265	87	89	90	0.74	0.82	0.86	6.0	1880	605
MMS 12000 (N)	12"	190	220	88	90	91	0.85	0.91	0.93	7.8	1980	650
MMS 12000 (N)	12"	220	335	88	90	90	0.79	0.86	0.88	5.8	2140	700
MMS 12000 (N)	12"	250	375	87	90	91	0.75	0.85	0.89	6.3	2290	775

## MP 204

El MP 204 es un protector de motor electrónico, diseñado para proteger una bomba o un motor asíncrono.

La protección de motor consta de:

- un cuadro que incorpora transformadores y componentes electrónicos
- un panel de control con botones de funcionamiento y pantalla para lectura de datos.

El MP 204 funciona con dos grupos de límites:

- un grupo de límites de aviso y
- uno de límites de disparo.

Si se sobrepasan uno o más de los límites de aviso, el motor sigue funcionando pero los avisos aparecerán en la pantalla del MP 204.

Algunos valores sólo tienen un límite de aviso.

El aviso puede también leerse mediante el control remoto Grundfos R100.

Si se supera uno de los límites de disparo, el relé de disparo detendrá el motor. Al mismo tiempo, el relé de señal está activo para indicar que se ha sobrepasado el límite.

### Aplicaciones

El MP 204 puede utilizarse como protección de motor independiente.

El MP 204 puede monitorizarse mediante un GENibus Grundfos.

El suministro de potencia al MP 204 debe estar conectado en paralelo con el suministro al motor. Las intensidades del motor de hasta 120 A se pasan directamente a través del MP 204. El MP 204 protege el motor en primer lugar midiendo la intensidad del motor mediante una medición RMS exacta. El MP 204 desconecta el contactor si, por ejemplo, la intensidad sobrepasa el valor preajustado.

La bomba se protege en segundo lugar midiendo la temperatura con un sensor Tempcon, un sensor Pt100/Pt1000 o un sensor PTC/interruptor térmico.

El MP 204 está diseñado para motores mono y trifásicos. En motores monofásicos se miden también los condensadores de arranque y funcionamiento. El Cos  $\phi$  se mide tanto en los sistemas monofásicos como en los trifásicos.

### Ventajas

El MP 204 ofrece las siguientes ventajas:

- adecuado para motores mono y trifásicos
- protección contra marcha en seco
- protección contra sobrecarga
- precisión muy elevada
- fabricado para bombas sumergibles.

## MP 204: numerosas opciones de monitorización

El MP 204 monitoriza los siguientes parámetros:

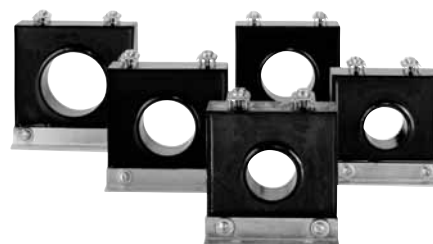
- Resistencia del aislamiento antes del arranque
- Temperatura (sensor Tempcon, sensor Pt y PTC/térmico)
- Sobrecarga/baja carga
- sobrevoltaje/bajo voltaje
- Secuencia de fases
- Fallo de fase
- Factor de potencia
- Consumo de potencia
- Distorsión armónica
- Horas de funcionamiento y número de arranques.



TM03 1471 2205

Fig. 17 MP 204

Cinco tamaños de transformadores de una vuelta, 120-999 A.  
**Nota:** No es posible monitorizar la temperatura del motor cuando se utilizan transformadores de una vuelta.



TM03 2033 3505

Fig. 18 Transformadores de una vuelta

### Códigos

Producto	Código
MP 204	96079927
R100	625333

## Funciones

- Monitorización de secuencia de fases
- Indicación de intensidad o temperatura (selección del usuario)
- Indicación de la temperatura en °C o °F (selección del usuario)
- Pantalla de 4 dígitos y 7 segmentos
- Ajuste y lectura de estado con el R100
- Ajuste y lectura de estado mediante el GENIbus.

## Condiciones de disparo

- Sobrecarga
- Baja carga (marcha en seco)
- Temperatura (sensor Tempcon, PTC/térmico y sensor Pt)
- Fallo de fase
- Secuencia de fases
- Sobrevoltaje
- Bajo voltaje
- Factor de potencia ( $\cos \varphi$ )
- Asimetría de corriente.

## Avisos

- Sobrecarga
  - Baja carga
  - Temperatura (Tempcon y sensor Pt)
  - Sobrevoltaje
  - Bajo voltaje
  - Factor de potencia ( $\cos \varphi$ )
- Nota:** Con respecto a conexión mono y trifásica.
- Condensador de funcionamiento (funcionamiento monofásico)
  - Condensador de arranque (funcionamiento monofásico)
  - Pérdida de comunicación en la red
  - Distorsión armónica.

## Función de autoajuste

- Secuencia de fases (funcionamiento trifásico)
- Condensador de funcionamiento (funcionamiento monofásico)
- Condensador de arranque (funcionamiento monofásico)
- Identificación y medición del circuito del sensor Pt100/Pt1000.

## Transformadores de intensidad externos

Cuando está equipada con transformadores de intensidad externos, la unidad MP 204 puede manejar intensidades de 120 a 999 A. Grundfos puede suministrar transformadores de intensidad aprobados de sus existencias (200/5A, 300/5A, 500/5A, 750/5A, 1000/5A).

## Control remoto R100

El control remoto R100 de Grundfos permite el control remoto inalámbrico por infrarrojos de su unidad MP 204.

Con el R100 se accede a una gama completa de opciones tales como los ajustes de fábrica, reparaciones y búsqueda de fallos.


## Listo para comunicaciones vía bus

El MP 204 permite la supervisión y la comunicación vía GENIbus, un bus diseñado por Grundfos para intercambiar datos de la bomba, alarmas, información de estado y puntos de ajuste. Todo ello permite a los usuarios conectar el MP 204, por ejemplo, a sistemas SCADA.

## Datos técnicos - MP 204

Grado de protección	IP 20
Temperatura ambiente	-20 °C a +60 °C
Humedad relativa del aire	99 %
Gama de tensión	100-480 VAC
Gama de intensidad	3-999 A
Frecuencia	50 a 60 Hz
Clase de disparo IEC	1-45
Clase de disparo especial de Grundfos	0,1 a 30 s
Variación de tensión	-25 %/+15 % de la tensión nominal
Homologaciones	EN 60947, EN 60335, UL/CSA 508
Marca	CE, cUL, C-tick
Consumo	Máx. 5 W
Tipo plástico	PC Negro/ ABS

	Gama de medida	Precisión	Resolución
Intensidad sin transformadores de intensidad externos	3-120 A	±1 %	0.1 A
Intensidad con transformadores de intensidad externos	120-999 A	±1 %	1 A
Tensión entre fases	80-610 VAC	±1 %	1 V
Frecuencia	47-63 Hz	±1 %	0.5 Hz
Potencia	0-1 MW	±2 %	1 W
Factor de potencia	0-0.99	±2 %	0.01
Consumo de energía	0-4x10 <sup>9</sup> kWh	±5 %	1 kWh

IO 112	Descripción	Código
	<p>El IO 112 es un módulo de medición y una unidad de protección monocanal para utilización en conexión con la protección de motor MP 204. El módulo puede utilizarse para proteger la bomba contra otros factores que las condiciones eléctricas, por ejemplo marcha en seco. Puede también utilizarse como un módulo de protección independiente.</p> <p>La interfaz IO 112 dispone de tres entradas para valores medidos, un potenciómetro para ajustar las luces del indicador de límites que indican</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>el valor medido de la entrada</li> <li>el valor del límite ajustado</li> <li>la fuente de la alarma</li> <li>el estado de la bomba.</li> </ul> <p><b>Datos eléctricos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión de alimentación: 24 VAC ±10 % 50/60 Hz ó 24 VDC ±10 %</li> <li>Corriente de alimentación: Mín. 2.4 A; máx. 8 A</li> <li>Consumo de potencia: máx. 5 W</li> <li>Temperatura ambiente: -25 °C a +65 °C</li> <li>Clase de protección: IP 20</li> </ul>	96651601

## Funciones de control

Esta tabla describe la protección proporcionada por MP 204.

Parámetros de control	Función	Problema	Ventajas
Temperatura	<b>MS</b> La temperatura del motor se mide mediante el transmisor de temperatura Tempcon integrado y se envía una señal a MP 204 mediante los avances de fase. En la unidad MP 204 se compara la temperatura medida con el valor ajustado en fábrica (75 °C).	Sobrecargas, arranques y paradas frecuentes, funcionamiento con una tubería de descarga bloqueada, una velocidad insuficiente del caudal a través del motor.	Mayor vida útil del motor, condiciones de funcionamiento seguras, indicación de revisión.
	<b>MMS</b> La temperatura del motor se mide mediante el Pt100. La señal se envía a la unidad MP 204 donde se compara la temperatura medida con el valor ajustado en fábrica. La protección de temperatura requiere un motor sumergible con un Pt100.  La temperatura del motor deberá ser monitorizada durante el funcionamiento del convertidor de frecuencia.		
Sobrevoltaje / bajo voltaje	Si se sobrepasa el valor de disparo ajustado, se detendrá el motor.	La instalación está cerca de un transformador. La red eléctrica no absorbe las variaciones de carga.	Parámetro de instalación importante, posibilidad de mejorar las condiciones de funcionamiento.
Sobrecarga	La entrada de potencia del motor se mide en cada una de las tres fases. La entrada de potencia registrada es una media de estos tres valores. Si se excede el valor definido en fábrica, el motor se detendrá.	Tamaño incorrecto de la bomba/motor, fallo en el suministro de tensión, cable defectuoso, bloqueo, desgaste o corrosión.	Mayor vida útil de la bomba, condiciones de funcionamiento seguras, indicación de revisión.
Baja carga (marcha en seco)	La entrada de potencia del motor se mide en cada una de las tres fases. La entrada de potencia registrada es una media de estos tres valores. Si el valor medio es inferior al valor ajustado de fábrica, el motor se detendrá.	Bomba expuesta a marcha en seco o carga baja, por ejemplo, provocada por el desgaste.	La protección tradicional contra marcha en seco ya no resulta necesaria, con el consiguiente ahorro en cables.
Asimetría de corriente	La entrada de potencia del motor se mide en cada una de las tres fases.	La carga eléctrica está desequilibrada, defecto incipiente en el motor, divergen las tensiones de las fases.	Protección del motor contra sobrecarga, indicación de revisión.
Secuencia de fases	MP 204 y el motor se instalan de tal forma que la secuencia de fases corresponda con el sentido correcto de giro. La unidad MP 204 monitoriza los cambios en la secuencia de fases.	Las dos fases se encuentran incorrectamente conectadas.	Garantiza un funcionamiento correcto de la bomba.
Fallo de fase	La unidad MP 204 comprueba las fases conectadas, el fallo de fase causará una alarma.	Fallo de fase	Indicación de fallo de fase y alarma.

## Menús del R100

### 0. GENERAL

Ver las instrucciones de funcionamiento del R100.

### 1. FUNCIONAMIENTO

- Modo de funcionamiento
- Disparo actual
- Aviso actual 1
- Aviso actual 2
- Registro de alarmas 1
- Registro de alarmas 2
- Registro de alarmas 3
- Registro de alarmas 4
- Registro de alarmas 5.

### 2. ESTADO

Pantalla de

- Suministro
- Intensidad media
- Tensión media
- Sensor Tempcon
- Sensor Pt100/Pt1000
- **Entrada de potencia y consumo de energía (descrito a continuación)**
- Contador parcial de energía
- Secuencia de fases
- Asimetría de corriente
- Horas de funcionamiento y número de arranques
- Contador parcial de horas y arranques
- Condensador de arranque
- Condensador de funcionamiento
- Resistencia del aislamiento
- Cos  $\phi$
- Distorsión armónica.

### 3. LÍMITES

Pantalla y ajuste de límites de aviso y disparo.

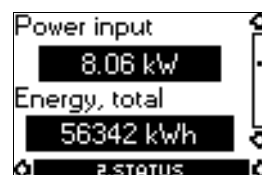
- Sensor Tempcon
- Sensor Pt
- Intensidad de disparo
- Aviso de intensidad
- Tensión nominal
- Límites de tensión
- Asimetría de corriente
- Condensador de arranque
- Condensador de funcionamiento
- Resistencia del aislamiento
- Disparo Cos  $\phi$
- Aviso Cos  $\phi$ .

## 4. INSTALACIÓN

Ajuste y pantalla de

- Suministro
- **Clase de disparo (descrito en lo siguiente)**
- Retardo de disparo
- Transformadores de intensidad externos
- Retardo de arranque
- **Rearranque (descrito a continuación)**
- **Rearranque automático (descrito en lo siguiente)**
- **Sensor Tempcon**
- Sensor Pt
- Medición de la resistencia del aislamiento
- Interruptor PTC/térmico
- Rearme de contadores parciales
- Intervalo entre mantenimientos
- Número de rearmes automáticos
- Unidades/pantalla
- Pantalla MP 204
- Número ID de GENIbus
- Función de autoajuste.

### Entrada de potencia y consumo de energía



Entrada de potencia real y consumo de energía del motor

El consumo de energía es un valor acumulado que no puede modificarse.

La potencia se calcula de la siguiente manera:

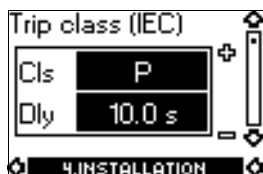
$$U_{\text{average}} = \frac{U_{L1-L2} + U_{L2-L3} + U_{L3-L1}}{3} [V]$$

$$I_{\text{average}} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} [A]$$

$$\cos\phi_{\text{average}} = \frac{\cos\phi_{L1} + \cos\phi_{L2} + \cos\phi_{L3}}{3} [-]$$

$$P = U_{\text{average}} \cdot I_{\text{average}} \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi_{\text{average}} [W]$$

## Clase de disparo



Línea 1: Seleccionar clase de disparo IEC (1 a 45).

Si se requiere indicación manual del retardo de disparo en el caso de sobrecarga, seleccionar clase de disparo "P".

### Ajuste de fábrica:

- Cls (clase de disparo): P.

Línea 2: Seleccionar retardo de disparo.

### Ajuste de fábrica:

- Rtd (retardo de disparo): 10 s.

## Rearme



Ajustar el tipo de rearme después de la desconexión

- **Automático** (ajustado en fábrica)
- *Manual*.

Ajuste de hora, ver sección "Rearme automático".

## Rearme automático



Ajustar el tiempo que debe transcurrir hasta que el MP 204 intente el rearme automático del motor después de un disparo.

El tiempo cuenta desde el momento en que el valor que provocó el fallo vuelve a estar dentro de los límites.

### Ajuste de fábrica:

- 300 s.



## Pasarela G100 para comunicación con los productos de Grundfos

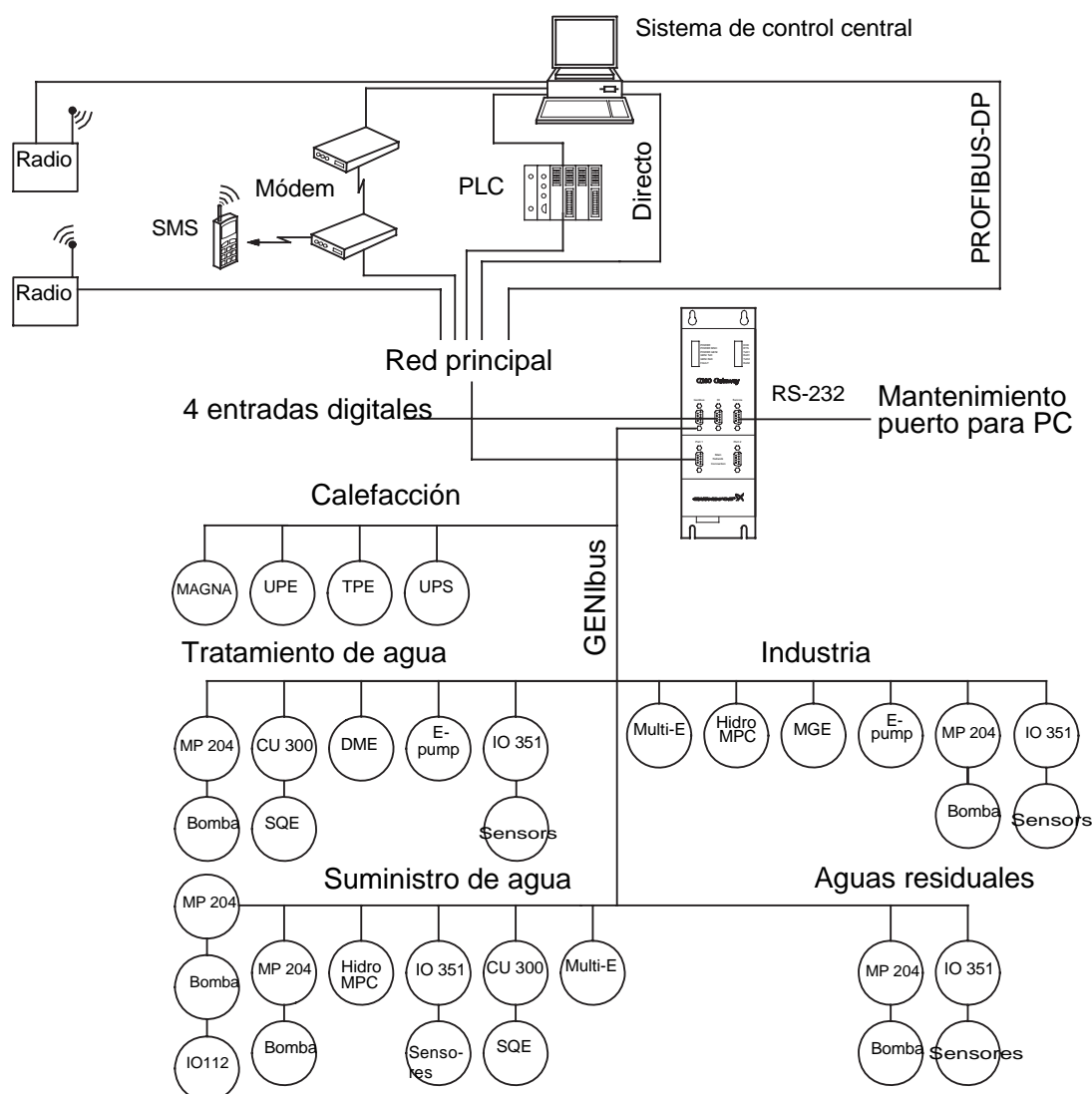
La unidad G100 ofrece una amplia selección de opciones para la integración de los productos Grundfos junto con la interfaz GENIbus en el control principal y en los sistemas de monitorización.

La unidad G100 permite que una instalación de bombeo satisfaga las demandas futuras para el funcionamiento óptimo de la bomba en lo referente a fiabilidad, costes de funcionamiento, centralización y automatización.



GR5940

Fig. 19 G100



TM03 9224 3607

Fig. 20 Ejemplos de aplicaciones G100

## Descripción del producto

La pasarela G100 permite la comunicación de datos de funcionamiento, tales como valores medidos y puntos de ajuste, entre los productos Grundfos con interfaz GENIbus y una red principal para su control y monitorización.

Tal y como se indicó en la ilustración en page 87, la G100 es adecuada para su empleo en aplicaciones tales como suministro de agua, tratamiento de aguas, aguas residuales, automatización en la construcción e industria.

Una característica común a las aplicaciones anteriores es que los periodos de inactividad suelen ser costosos, y se suelen realizar inversiones extras para lograr una fiabilidad máxima monitorizando variables de funcionamiento seleccionadas.

Las operaciones diarias, como el arranque y la parada de las bombas y el cambio de los puntos de ajuste, también pueden ser efectuadas desde el sistema principal comunicándose con la G100. Además, la G100 puede configurarse para el envío de indicaciones de estado controladas por evento, tales como alarmas, mediante SMS a teléfonos móviles, y para efectuar devoluciones automáticas de llamadas de alarma a un sistema de control centralizado.

## Registro de datos

Además de la posibilidad de comunicación de datos, la G100 permite también registrar hasta 350.000 datos cronológicos. Los datos registrados pueden transmitirse al sistema principal o a un PC para su posterior análisis en una hoja de cálculo o con un programa similar.

Para registrar los datos se utiliza el software "PC Tool G100 Data Log". Esta herramienta forma parte del paquete PC Tool G100 que se suministra con la G100.

## Otras características

- Cuatro entradas digitales.
- Parada de todas las bombas si la comunicación con el sistema de control falla (opcional).
- Código de acceso para comunicación vía modem (opcional).
- Registro de alarmas.

## Instalación

La instalación de la G100 la efectúa el integrador del sistema. La G100 está conectada al GENIbus así como a la red principal. De esta forma, todas las unidades del GENIbus pueden ser controladas desde un sistema de control centralizado en la red principal.

El CD ROM denominado "G100 Support Files" (Archivos de soporte de G100) que se entrega con el equipo G100 contiene ejemplos de programas que se deberán utilizar cuando se conecte la unidad G100 a los diferentes sistemas de la red principal. También se incluye una descripción de los puntos de datos disponibles en los productos Grundfos con la interfaz GENIbus.

La herramienta de software "PC Tool G100" incluida se puede utilizar para la instalación y empleo de la unidad G100.

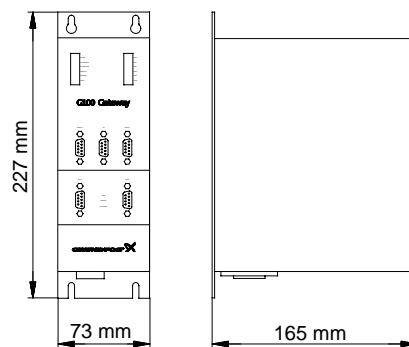


Fig. 21 Plano dimensional

## Datos técnicos

TM01 0621 1102

## Resumen de protocolos

Sistema principal	Protocolo de software
PROFIBUS-DP	DP
Radio	Satt Control COMLI/Modbus
Módem	Satt Control COMLI/Modbus
PLC	Satt Control COMLI/Modbus
Móvil GSM	SMS, UCP

## Otras posibles conexiones

GENIbus RS-485:	Conexión de hasta 32 uds.
Puerto RS-232:	Para conexión directa a un PC o vía un módem de radio.
Entradas digitales:	4.
Tensión de alimentación:	1 x 110-240 V, 50/60 Hz.
Temperatura ambiente:	Durante funcionamiento: – 20°C a +60°C.
Clase de protección:	IP 20.
Peso:	1.8 kg.

## Accesorios

- Paquete PC Tool G100 (suministrado con el producto)
- CD-ROM de archivos de soporte para G100 (suministrado con el producto)

## Códigos

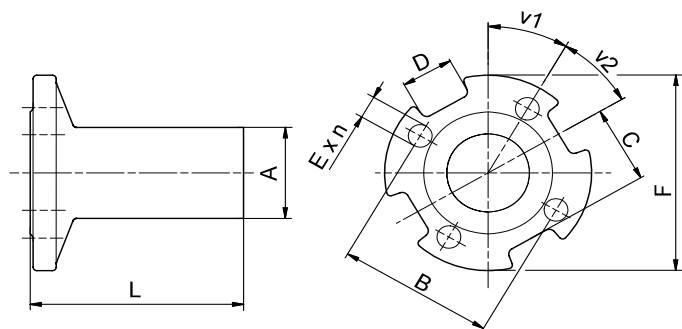
Producto	Código
G100 con tarjeta de expansión Profibus-DP*	96411135
G100 con tarjeta de expansión Radio/Módem/PLC*	96411136
G100 versión básica*	96411137
Paquete PC Tool G100	96415783

\* CD-ROM que incluye los archivos de soporte para G100.

## Piezas de conexión

Las tablas mostradas a continuación indican la gama de conectores para la conexión de rosca a brida y de rosca a rosca.

### Rosca a brida

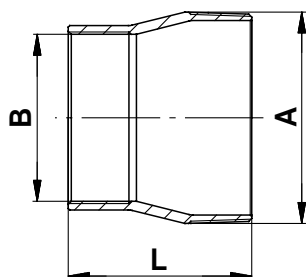


TM01 2396 2506 - GrA2552

Fig. 22 Plano dimensional y fotografía de conectores rosca a brida.

Tipo	Salida de la bomba	Pieza de conexión	Rosca a brida										Código	
			A	Dimensiones [mm]						m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	n	DIN W.-Nr. 1.4308	DIN W.-Nr. 1.4517
				B	C	D	E	F	L					
SP 17	Rp 2.5	R 2½ → DN 50 PN 16/40	R 2½	125	65	40	ø19	ø165	170	60	90	4	120125	120911
		R 2½ → DN 65 PN 16/40	R 2½	145	71	30	ø19	ø185	170	22.5	45	8	120126	120910
		R 2½ → DN 80 PN 16/40	R 2½	160	82.5	40	ø19	ø200	170	22.5	45	8	120127	120909
SP 30	Rp 3	R 3 → DN 65 PN 16/40	R 3	145	71	30	ø19	ø185	170	22.5	45	8	130187	130920
		R 3 → DN 80 PN 16/40	R 3	160	82.5	40	ø19	ø200	170	22.5	45	8	130188	130921
		R 3 → DN 100 PN 16/40	R 3	180/190	100	40	ø19/ø23	ø235	170	22.5	45	8	130189	130922
SP 46 SP 60	Rp 3 Rp 4	R 3 → DN 65 PN 16	R 3	145	71	30	ø19	ø185	170	22.5	45	8	130187	130920
		R 3 → DN 80 PN 16	R 3	160	82.5	40	ø19	ø200	170	22.5	45	8	130188	130921
		R 3 → DN 100 PN 16	R 3	180/190	100	40	ø19/ø23	ø235	170	22.5	45	8	130189	130922
SP 77 SP 95	Rp 5	R 4 → DN 100 PN 16	R 4	180/190	100	40	ø19/ø23	ø235	180	22.5	45	8	140071	140577
		R 5 → DN 100 PN 16/40	R 5	180/190	82	35	ø19/ø23	ø235	195	22.5	45	8	160148	160646
		R 5 → DN 125 PN 16/40	R 5	210/220	99	37	ø19/ø28	ø270	195	22.5	45	8	160149	160647
SP 125 SP 160 SP 215	Rp 6	R 5 → DN 150 PN 16/40	R 5	240/250	115	36	ø23/ø28	ø300	195	22.5	45	8	160150	160648
		R 6 → DN 125 PN 16/40	R 6	210/220	99	36	ø19/ø28	ø270	195	22.5	45	8	170159	170596
		R 6 → DN 150 PN 16/40	R 6	240	114	36	ø23/ø28	ø300	195	22.5	45	8	170160	170597
		R 6 → DN 200 PN 16	R 6	295	134	36	ø23	ø340	195	15	30	12	170161	170598
		R 6 → DN 200 PN 40	R 6	320	151	36	ø31	ø375	200	15	30	12	170162	170599

### Rosca a rosca



TM01 2397 1698 - GrA2555

Fig. 23 Plano dimensional y fotografía de conectores rosca a rosca.

Tipo	Salida de la bomba	Pieza de conexión	Dimensiones			Código	
			Rosca a rosca		L [mm]	DIN W.-Nr. 1.4301	DIN W.-Nr. 1.4401
			A	B			
SP 77 SP 95	Rp 5	R 5 →Rp 4	R 5	Rp 4	121	190063	190585
		R 5 →Rp 6	R 5	Rp 6	150	190069	190591
	NPT 5	NPT 5 →NPT 4	NPT 5	NPT 4	121	190064	190586
		NPT 5 →NPT 6	NPT 5	NPT 6	150	190070	190592
SP 125 SP 160 SP 215	Rp 6	R 6 →Rp 5	R 6	Rp 5	150	200130	200640
	NPT 6	NPT 6 →NPT 5	NPT 6	NPT 5	150	200135	200645

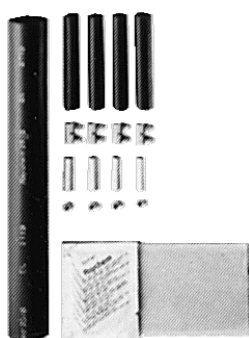
## Kit de terminación de cable con enchufe



TM00 7883 2296

Descripción	Versión	Código.
Para una unión estanca del cable del motor y del cable de alimentación sumergible en un tubo acrílico relleno con resina. Utilizado para cables con uno o varios núcleos durante la instalación de bombas sumergibles.  Se necesita un endurecimiento de 24 horas.	<b>MS 402 y MS 4000 de hasta 7,5 kW:</b>	
	Para cables de hasta 4 x 2,5 mm <sup>2</sup>	799901
	Para cables de hasta 4 x 6 mm <sup>2</sup>	799902

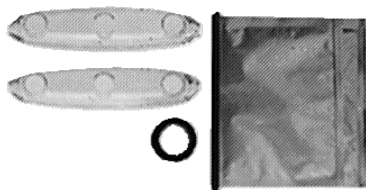
## Kit de conexión de cable, tipo KM



TM00 7885 2296

Descripción	Versión			Código.
	Cable de motor	[mm <sup>2</sup> ]	Número de hilos	
Para empalme hermético en caliente del cable de motor y cable de alimentación sumergible.	Cable plano	1.5 - 6.0	3	00116251
		1.5 - 4.0	4	
Permite la unión de: • cables del mismo tamaño. • cables de diferentes tamaños. • un hilo de cable y un mono-hilo.	Cable plano	6 - 10	4	00116252
		10 - 16	3	
El empalme está listo pasados unos minutos y no es necesario ningún tiempo de endurecimiento como ocurre con los empalmes de resina.	Cable plano	16 - 25	3	00116255
			4	
El empalme no se puede separar.	3 hilos simples	1.5 - 6.0	3	00116253
	3 hilos simples	10 - 25	3	00116254
Para empalme hermético del cable de motor y del cable de alimentación sumergible. Mediante una fusión en caliente tornillo-pegamento	4 hilos simples	1.5 - 4.0	4	00116257
	4 hilos simples	6 - 16	4	00116258
Reduce de 3 ó 4 a uno, así como desde cable de alimentación a hilo simple	Hilo simple	35 - 120	1	00116256
	Atornillado en caliente	6 - 50	4	96636867
		19 - 95		96636868
		35 - 185		96637278
		70 - 240		96637279
	Reductor por calor	10 - 50	3	96637318
		10 - 50	4	96637330
		16 - 70	3	96637331
		16 - 70	4	96637332

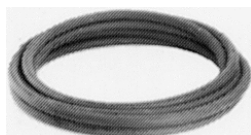
## Kit de conexión de cable, tipo M0 a M6



TM00 7884 2296

Descripción	Versión			
Para empalme hermético en caliente del cable de motor y cable de alimentación sumergible.	Tipo	Diámetro del empalme del cable [mm <sup>2</sup> ]	Une cables con un diámetro exterior de	Código.
	M0	ø40	ø6 a ø15	ID8903
	M1	ø46	ø9 a ø23	ID8904
	M2	ø52	ø17 a ø31	ID8905
	M3	ø77	ø26 a ø44	ID8906
	M4	ø97	ø29 a ø55	91070700
	M5	ø110	ø40 a ø62	96496918
	M6	ø144	ø50 a ø80	96496919
Accesorios para el kit de cable, tipo M0-6 Sólo conectores de tornillo	Diámetro del hilo [mm <sup>2</sup> ]	Número de conectores	Código.	
	6 - 50	4	96626021	
	19 - 95		96626022	
	35 - 185		96626023	
	70 - 240		96626028	

## Cable de alimentación sumergible



TM00 7882 2296

Apropiado para

- aplicación continua en aguas subterráneas y agua potable (certificado para aplicaciones potables).
- conexión de equipos eléctricos tales como motores sumergibles
- profundidades de instalación de hasta 500 metros y cargas medias.

El aislante y el revestimiento están hechos de materiales elastoméricos especiales basados en EPR adaptados para aplicaciones acuáticas.

Temperatura máxima permitida del agua: 60 °C.

Temperatura máxima permisible de servicio del cable: 90 °C.

Bajo pedido se dispone de otros tamaños de cable.

### Descripción

Número de hilos y sección transversal nominal [mm²]	Diámetro externo Mín./Máx. [mm²]	Peso [kg/m]	Código.
1 x 25	12.5 / 16.5	0.410	ID4072
1 x 35	14.0 / 18.5	0.560	ID4073
1 x 50	16.5 / 21.0	0.740	ID4074
1 x 70	18.5 / 23.5	1.000	ID4075
1 x 95	21.0 / 26.5	1.300	ID4076
1 x 120	23.5 / 28.5	1.650	ID4077
1 x 150	26.0 / 31.5	2.000	ID4078
1 x 185	27.5 / 34.5	2.500	ID4079
3 x 25	26.5 / 34.0	1.450	ID4062
4G1.5	10.5 / 13.5	0.190	ID4063
4G2.5	12.5 / 15.5	0.280	ID4064
4G4.0	14.5 / 18.0	0.390	ID4065
4G6.0	16.5 / 22.0	0.520	ID4066
4G10	22.5 / 24.5	0.950	ID4067
4G16	26.5 / 28.5	1.400	ID4068
4G25	32.0 / 34.0	1.950	ID4069
4G35	33.0 / 42.5	2.700	96432949
4G50	38.0 / 48.5	3.600	96432950
4G70	43.0 / 54.5	4.900	96432951

## Zinc ánodos

### Aplicación

Se puede utilizar una protección catódica basada en cinc con el fin de evitar la corrosión de las bombas SP en líquidos que contengan cloruros tales como las aguas salobres y el agua del mar.

Los ánodos de protección se sitúan en el exterior de la bomba y del motor como protección contra la corrosión.

El número de ánodos requeridos depende de la bomba y del motor en cuestión.

Contactar con Grundfos para obtener más información.

### Temperaturas del líquido

Agua salobre: Hasta 35 °C.

Agua salobre (mín. 1500 g/m<sup>3</sup> de cloruro): Hasta 35 °C.

### Vida del ánodo

Los ánodos de cinc tienen una vida de uno a cuatro años, dependiendo de las condiciones de funcionamiento (temperatura, flujo y contenido en cloruros).

### Códigos de los ánodos de cinc

Ánodos de cinc para bombas										
Código	Utilizado para tipo de bomba									
	SP 1A a	SP 14A	SP 17	SP 30	SP 46	SP 60	SP 77	SP 95	SP 125	SP 160
96421444	•									
96421445			•	•	•	•				
96421447							•	•		
96421448								•		
96421449									•	
96421450									•	•

Ánodos de cinc para motores				
Motores de 4"	Motores de 6"	Motores de 8"	Motores de 10"	Motores de 12"
96421444	96421446	96421450	96564808	96421451

## Mangueras de flujo

Grundfos ofrece una gama completa de mangueras de flujo de acero inoxidable para operaciones tanto verticales como horizontales. Las mangueras de flujo están recomendadas para todo tipo de aplicaciones en las que la refrigeración del motor sea insuficiente. El resultado es un aumento general de la vida útil del motor. Las mangueras de flujo se deberán utilizar en los siguientes casos:

- Si la bomba sumergible está expuesta a cargas térmicas elevadas como asimetría de corriente, funcionamiento en seco, elevada temperatura ambiente, malas condiciones de refrigeración.
- Si se bombean líquidos agresivos, ya que la corrosión se duplica por cada 10 °C de aumento de temperatura.
- Si se produce sedimentación o depósitos alrededor del motor.

**Nota:** A petición se proporcionará más información sobre estos accesorios.



Fig. 24 Mangueras de flujo

TM01 0751 2197 - TM01 0750 2197

## Cajas de control SA-SPM

### Aplicación

Las cajas de control SA-SPM se utilizan como unidades de arranque para motores de 3 hilos monofásicos, de los tipos MS 402B y MS 4000.

**SA-SPM 2** se utiliza con los motores MS 402B monofásicos con una entrada de potencia inferior o igual a 0,75 kW.

**SA-SPM 3** se utiliza con los motores MS 402B y MS 4000 monofásicos con una entrada de potencia superior o igual a 1,1 kW. SA-SPM 3 incorpora un disyuntor protector del motor que, de esta forma, protege al motor frente a sobrecargas.

### Datos técnicos

Clase de protección: IP 42.

Temperatura ambiente: -20 °C a 60 °C.

Humedad relativa: Máximo del 95%, para atmósferas normales y no agresivas.

### Códigos

Código 50 Hz	Caja de control SA-SPM						
	1 x 220-230 V 1 x 240 V	SA-SPM 2	SA-SPM 3	MS 402B			MS 4000
				0.37 kW	0.55 kW	0.75 kW	2.2 kW
82219512	•	•	•				
82219513	•	•			•		
82219514	•	•				•	
82219315	•		•			•	
82219306	•	•					•
82219307	•	•					•
82249512	•	•	•				
82249513	•	•			•		
82249514	•	•				•	
82249315	•	•				•	
82249306	•	•					•
82249307	•	•					•

## Condensadores para MS 402B PSC

Los motores MS 402B PSC deben conectarse a la corriente eléctrica a través de un condensador de funcionamiento que se encuentre permanentemente conectado durante el funcionamiento.

### Códigos

Condensadores para MS 402B PSC			
Tamaño del condensador	Potencia [kW]	Código del condensador	Código de la caja de control
16 µF, 400 V, 50 Hz	0.37	ID2970	96023791
20 µF, 400 V, 50 Hz	0.55	ID2971	96023792
30 µF, 400 V, 50 Hz	0.75	ID2973	96023793
40 µF, 400 V, 50 Hz	1.1	ID2974	96023794

## Pt100

El sensor Pt100 ofrece las siguientes características:

- Monitorización continua de la temperatura del motor
- Protección contra sobrettemperatura del motor.

Proteger al motor contra temperaturaas demasiado elevadas es la forma más sencilla y barata de evitar la reducción de la vida útil del motor. El Pt100 garantiza que no se superarán las condiciones de funcionamiento e indica cuándo ha llegado el momento de revisar el motor.

La supervisión y la protección mediante Pt100 requiere los siguientes elementos:


- Sensor Pt1000
- Relé, tipo PR 5714
- Cable.


El relé PR 5714 está dotado de un módulo Pt100. Para ambos relés, se han definido en fábrica los siguientes límites de temperatura:


- Límite de aviso 60 °C
- Límite de parada 75 °C.

### Datos técnicos

	Tipo de relé
	<b>PR 5714</b>
Grado de protección	IP 65 (montado en un cuadro de control)
Temperatura ambiente	-20 °C a +60 °C
Humedad relativa	95 % (condensación)
Variación de la tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x 24-230 VAC ±10 %, 50 - 60 Hz.</li> <li>• 24-250 VDC ±20 %.</li> </ul>
Homologaciones	UL, DNV
Marca	CE

Sensor Pt100 con/sin relé PR 5714 y cable	Longitud del cable [m]	PR 5714	Código		
			MS6	MMS 6000, MMS 8000	MMS 10000, MMS 12000
	20	Sí	96408953	96494596	96437287
	40	Sí	96408681	96494597	96437288
	60	Sí	96408954	96494598	96437289
	80	Sí	96408955	96494599	96437290
	100	Sí	96408956	96494610	96437291
	20	No	96658626	96658629	96658633
	40	No	96658627	96658630	96658634
	60	No	96658628	96658631	96658635
	80	No	96658637	96658632	96658636
	100	No	96658638	96658639	96658640

Relé PR 5714	Tensión	Código
	24-230 VAC, 50/60 Hz / 24-250 VDC	96621274

Sensor Pt100 incluido cable	Longitud de cable	Código	
		MS6 MMS 6000 MMS 8000	MMS 10000 MMS 12000
	20 m	96408957	96437784
	40 m	96408684	96437785
	60 m	96408958	96437786
	80 m	96408959	96437787
	100 m	96408960	96437788

Pernos de anclaje para Pt100	Descripción	Código
	KIT de pernos para Pt100 (para MS6)	96611899



## Consumo de energía de las bombas sumergibles

La distribución porcentual de los costes de la vida útil de una bomba sumergible para suministro de agua es:

5% - Coste inicial (bomba)

85% costes de funcionamiento / consumo de energía

10% - Costes de mantenimiento.

¡Resulta obvio que el ahorro más importante se puede lograr en el consumo energético!

El consumo energético anual, E, de una bomba sumergible se puede calcular de la siguiente forma:

$$E = c \times h \times P_1 \text{ (EURO)}$$

c = precio específico de la energía (EURO/kWh)

h = horas de funcionamiento/año (horas)

$P_1$  = consumo energético de la bomba sumergible (kW).

**Ejemplo:** Cálculo del consumo de energía anual de la bomba sumergible, tipo SP 125-3.

SP 125-3 con MS6, 30 kW, 3 x 400 V, 50 Hz.

### Punto de trabajo:

Caudal:  $Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$

Altura total:  $H = 63 \text{ m}$

Coste energético específico:  $c = \text{EURO } 0,1/\text{kWh}$   
(consta de la tasa diaria y nocturna)

Horas de funcionamiento/año:  $h = 3200$ .

$$P_1 = \frac{Q \times H \times \rho}{367 \times \eta_{\text{pump}} \times \eta_{\text{motor}}} \text{ in kW}$$

$Q = \text{m}^3/\text{h}$

$H = \text{m}$

Densidad  $\rho = \text{kg}/\text{dm}^3$  (supuesta 1)

367 = factor de conversión

$\eta_{\text{motor}} =$  (ejemplo 84,5 %, en la ecuación 0,845)

$\eta_{\text{bomba}} =$  (no confundir con la curva de rendimiento de la etapa).

Al mostrar la curva  $P_2/Q$  le facilitamos el cálculo del consumo energético.

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{\text{motor}}}$$

$P_2 = 26 \text{ kW}$  (requisito de potencia de la bomba SP 125-3 a  $120 \text{ m}^3/\text{h}$ , desde la curva  $P_2 / Q$  en la página 58).

## Cálculo del rendimiento del motor en el punto de trabajo

De manera estándar, la SP 125-3 está equipada con un motor MS6 de 30 kW.

En el punto de trabajo ( $Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$ ) la bomba necesita 26 kW, es decir:

una carga del motor del 87 % ( $26 \text{ kW}/30 \text{ kW}$ ) y una reserva de potencia del 13 %.

De la tabla contenida en la página 73 se deduce que el rendimiento del motor es:

85 % a una carga de 75 % ( $\eta_{75\%}$ )

84 % a una carga de 100 % ( $\eta_{100\%}$ )

El valor interpolado en este ejemplo es

$\eta_{\text{motor}} = 84,5\%$ ,  $\eta_{\text{motor}} = 0,845$ .

$$P_1 = \frac{26}{0,845} = 30,77 \text{ kW}$$

$E = 0,1 \text{ EURO}/\text{kWh} \times 3200 \text{ h} \times 30,77 \text{ kW}$ .

El coste anual de energía asciende a 9846 euros.

Si comparamos el coste energético de esta bomba sumergible de Grundfos de gran eficacia energética con una bomba sumergible, tipo SP 120-4, de 1995, ( $Q = 110$  a  $120 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $H = 63$  a  $58 \text{ m}$ ;  $\eta_{\text{motor}} = 82\%$ ), vemos que, con el mismo caudal anual total de  $384.000 \text{ m}^3$  y con el mismo precio actual de  $0,1 \text{ EURO}/\text{kWh}$ , el consumo anual de energía de la vieja bomba asciende a 12777 euros.

## No se han tenido en cuenta el desgaste y los depósitos sobre el motor y la bomba.

El periodo de amortización, A, (en meses) se calcula en la forma siguiente:

$$A = \frac{\text{Purchase price of energy-efficient pump}}{\text{Energy savings/year}} \times 12$$

El precio de compra de la bomba eficiente desde el punto de vista energético es de 4090 euros.

$$A = \frac{4090}{(127.770 - 98464)} \times 12 = 16,7 \text{ months}$$

El periodo de amortización es de 16,7 meses.

**Nota:** El sistema completo deberá ser diseñado para la eficiencia energética (cable/tuberías de descarga).

## Dimensionamiento del cable

Con el fin de obtener un beneficio económico de la bomba, la caída de tensión deberá ser baja.

En la actualidad, los grandes trabajos relacionados con agua dimensionan los cables para una máxima caída de tensión del 1 %).

La resistencia hidráulica en la tubería de descarga debería ser tan baja como sea posible.

## Cables

Grundfos ofrece cables de alimentación sumergibles para todas las aplicaciones: cables de 3 hilos, cables de 4 hilos, hilo simple.

Los cables para los motores sumergibles de 4" de Grundfos están disponibles con o sin conectores. El cable de alimentación sumergible se selecciona en función de la aplicación y el tipo de instalación.

Versión estándar: Temperatura máxima del líquido +60 °C.

Versión para agua caliente: Temperatura máxima del líquido +70 °C, para breves periodos de tiempo de hasta +90 °C (sólo para MS).

### Las tablas indican la dimensión del cable en el orificio de perforación

Las tablas indican la longitud máxima en metros de los cables de alimentación tendidos desde el arrancador del motor a la bomba con un arranque directo desde la red eléctrica con distintas dimensiones del cable.

Si se utiliza un arranque en estrella o en triángulo, la intensidad se reducirá en  $\sqrt{3}$  ( $I \times 0,58$ ), lo que significa que la longitud del cable puede ser mayor ( $L \times 1,73$ ) que lo indicado en las tablas.

Si, por ejemplo, la intensidad de funcionamiento es un 10% más baja que la intensidad a plena carga, el cable podría ser un 10% más largo que el indicado en las tablas.

El cálculo de la longitud del cable se basa en una caída máxima de la tensión de entre el 1 y el 3% de la tensión nominal y a una temperatura máxima del agua de 30 °C.

Con el fin de minimizar las pérdidas de funcionamiento, la sección transversal del cable se puede aumentar en comparación con lo indicado en las tablas. Esta forma de proceder sólo será económica si el orificio de perforación proporciona el espacio necesario, y si el tiempo de funcionamiento de la bomba es largo, especialmente si la tensión de funcionamiento está por debajo de la tensión nominal.

Los valores de la tabla se han calculado utilizando la siguiente fórmula:

Longitud máxima del cable para una bomba sumergible monofásica:

$$L = \frac{U \times \Delta U}{I \times 2 \times 100 \times \left( \cos \varphi \times \frac{\rho}{q} + \sin \varphi \times X_L \right)} [\text{m}]$$

Longitud máxima del cable para una bomba sumergible trifásica:

$$L = \frac{U \times \Delta U}{I \times 1.73 \times 100 \times \left( \cos \varphi \times \frac{\rho}{q} + \sin \varphi \times X_L \right)} [\text{m}]$$

### Términos de la fórmula

U = Tensión nominal [V]

$\Delta U$  = Caída de tensión [%]

I = Intensidad nominal del motor [A]

q = Sección transversal del cable sumergible [mm<sup>2</sup>]

$X_L$  = Resistencia inductiva:  $0.078 \times 10^{-3}$  [ $\Omega/\text{m}$ ]

$\cos \varphi$  = Factor de potencia

$\sin \varphi$  =  $\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$

$\rho$  = Resistencia específica:  $0.02$  [ $\Omega \text{ mm}^2$ ]

### Ejemplo

Tamaño del motor: 30 kW, MMS 8000

Intensidad nominal: 64.0 A

Tensión nominal: 3 x 400 V, 50 Hz

Método de arranque: Directo

Factor de potencia:  $\cos \varphi = 0.85$

Caída de tensión: 3 %

Sección transversal: 25 mm<sup>2</sup>

$\sin \varphi$ : 0.54

$$L = \frac{400 \times 3}{64.0 \times 1.73 \times 100 \times \left( 0.85 \times \frac{0.02}{25} + 0.54 \times 0.078 \times 10^{-3} \right)}$$

L = 150 m

### Dimensiones del cable a 1 x 230 V, 50 Hz

Motor	[kW]	$I_n$ [A]	1.5 mm <sup>2</sup>	2.5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>
4"	0.37	4.0	111	185	295	440	723
	0.55	5.8	80	133	211	315	518
	0.75	7.5	58	96	153	229	377
	1.1	7.3	48	79	127	190	316
	1.5	10.2	34	57	92	137	228
	2.2	14		43	68	102	169

Longitud máxima del cable en metros desde el arrancador del motor a la bomba.

Dimensiones del cable a 3 x 400 V, 50 Hz, DOL

Caída de tensión: 1 %

Motor	[kW]	I <sub>n</sub> [A]	Cosφ 100 %	Dimensiones [mm <sup>2</sup> ]															
				1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
4"	0.37	1.4	0.64	192	318	506	752												
4"	0.55	2.2	0.64	122	203	322	479	783											
4"	0.75	2.3	0.72	104	173	275	409	672											
4"	1.1	3.4	0.72	70	117	186	277	455	712										
4"	1.5	4.2	0.75	55	91	145	215	354	556	844									
4"	2.2	5.5	0.82	38	64	101	151	249	393	599	818								
4"	3.0	7.85	0.77	29	47	75	112	185	291	442	601	822							
4"	4.0	9.6	0.8	22	37	59	89	146	230	350	477	656	874						
4"	5.5	13	0.81	16	27	43	65	107	168	256	349	480	641	821	983				
4"	7.5	18.8	0.78		20	31	46	76	120	183	248	340	452	577	687	804	923		
6"	5.5	13.6	0.77	16	27	44	65	107	168	255	347	475	629	801	953				
6"	7.5	17.6	0.8	12	20	32	48	80	125	191	260	358	477	610	728	855	984		
6"	9.2	21.8	0.81		16	26	39	64	100	153	208	287	382	490	586	689	795	935	
6"	11	24.8	0.83		14	22	33	55	86	132	180	248	332	427	512	604	699	826	942
6"	13	30	0.81			19	28	46	73	111	151	208	278	356	426	501	577	680	772
6"	15	34	0.82				24	40	64	97	132	182	244	313	375	441	510	601	684
6"	18.5	42	0.81				20	33	52	79	108	149	198	254	304	358	412	486	551
6"	22	48	0.84					28	44	67	92	127	170	220	264	312	361	428	489
6"	26	57	0.84					24	37	57	78	107	144	185	222	263	304	361	412
6"	30	66.5	0.83						32	49	67	92	124	159	191	225	261	308	351
6"	37	85.5	0.79							40	54	74	99	126	150	176	203	238	269
8"	22	48	0.84					28	44	67	92	127	170	220	264	312	361	428	489
8"	26	56.5	0.85					23	37	57	78	107	144	186	224	265	307	365	418
8"	30	64	0.85						33	50	68	95	127	164	197	234	271	322	369
8"	37	78.5	0.85						27	41	56	77	104	134	161	191	221	263	301
8"	45	96.5	0.82							34	47	64	86	110	132	155	180	212	241
8"	55	114	0.85								38	53	71	92	111	131	152	181	207
8"	63	132	0.83									47	62	80	96	113	131	155	177
8"	75	152	0.86									40	53	69	83	98	114	136	156
8"	92	186	0.86										43	56	68	80	94	111	128
8"	110	224	0.87											47	56	67	78	93	107
10"	75	156	0.84										52	68	81	96	111	132	151
10"	92	194	0.82										43	55	66	77	89	105	120
10"	110	228	0.84											46	56	66	76	90	103
10"	132	270	0.84												47	55	64	76	87
10"	147	315	0.81													48	55	65	74
10"	170	365	0.81															56	63
10"	190	425	0.79															48	54
12"	147	305	0.83													49	57	67	77
12"	170	345	0.85														50	60	68
12"	190	390	0.84															53	60
12"	220	445	0.85																53
12"	250	505	0.85																
Intensidad máxima para el cable [A] *				18.5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497

\* Con unas condiciones de disipación de calor particularmente favorables.

Longitud máxima del cable en metros desde el arrancador del motor a la bomba.

Dimensiones del cable a 3 x 400 V, 50 Hz, DOL

Caída de tensión: 3 %

Motor	kW	I <sub>n</sub> [A]	Cos φ 100 %	Dimensiones [mm <sup>2</sup> ]															
				1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
4"	0.37	1.4	0.64	576	955														
4"	0.55	2.2	0.64	366	608	966													
4"	0.75	2.3	0.72	312	518	824													
4"	1.1	3.4	0.72	211	350	558	830												
4"	1.5	4.2	0.75	164	273	434	646												
4"	2.2	5.5	0.82	115	191	304	453	748											
4"	3.0	7.85	0.77	86	142	226	337	555	872										
4"	4.0	9.6	0.8	67	112	178	266	438	689										
4"	5.5	13	0.81	49	82	130	194	320	504	768									
4"	7.5	18.8	0.78		59	93	139	229	360	548	745								
6"	5.5	13.6	0.77	49	82	131	195	320	503	765									
6"	7.5	17.6	0.8	37	61	97	145	239	376	573	781								
6"	9.2	21.8	0.81		49	78	116	191	300	458	625	860							
6"	11	24.8	0.83		42	67	99	164	258	395	540	744	995						
6"	13	30	0.81			56	84	139	218	333	454	625	833						
6"	15	34	0.82				73	121	191	291	397	547	731	938					
6"	18.5	42	0.81				60	99	156	238	324	446	595	763	913				
6"	22	48	0.84					84	132	202	276	382	511	659	792	935			
6"	26	57	0.84					71	111	170	233	321	431	555	667	788	913		
6"	30	66.5	0.83						96	147	201	277	371	477	573	676	782	925	
6"	37	85.5	0.79							119	162	223	296	378	451	529	608	713	806
8"	22	48	0.84					84	132	202	276	382	511	659	792	935			
8"	26	56.5	0.85					70	111	170	233	322	432	557	671	794	922		
8"	30	64	0.85						98	150	205	284	381	492	592	701	814	967	
8"	37	78.5	0.85						80	122	168	232	311	401	483	572	664	789	903
8"	45	96.5	0.82							102	140	193	257	330	396	466	539	635	723
8"	55	114	0.85								115	159	214	276	333	394	457	543	622
8"	63	132	0.83									140	187	240	289	340	394	466	531
8"	75	152	0.86									119	160	206	249	295	343	409	469
8"	92	186	0.86										130	169	203	241	281	334	383
8"	110	224	0.87											140	169	200	233	279	321
10"	75	156	0.84										157	203	244	288	334	395	452
10"	92	194	0.82										128	164	197	232	268	316	360
10"	110	228	0.84											139	167	197	228	271	309
10"	132	270	0.84												141	166	193	228	261
10"	147	315	0.81													143	165	194	221
10"	170	365	0.81															168	190
10"	190	425	0.79															143	162
12"	147	305	0.83													147	170	202	230
12"	170	345	0.85														151	179	205
12"	190	390	0.84															158	181
12"	220	445	0.85																159
12"	250	505	0.85																
Intensidad máxima para el cable [A] *				18.5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497

\* Con unas condiciones de disipación de calor particularmente favorables.

Longitud máxima del cable en metros desde el arrancador del motor a la bomba.

## Dimensionamiento del cable

### Cálculo de la sección transversal del cable

#### Términos de la fórmula

U = Tensión nominal [V]

$\Delta U$  = Caída de tensión [%]

I = Rated current of the motor [A]

q = Sección transversal [mm<sup>2</sup>]

$X_L$  = Resistencia inductiva  $0,078 \times 10^{-3}$  [ $\Omega/m$ ]

$\cos\phi$  = Factor de potencia

$\sin\phi$  =

L = Longitud del cable [m]

$\Delta p$  = Pérdida de potencia [W]

$\rho$  =  $1/\chi$

Materiales del cable:

Cobre:  $\chi = 52 \text{ m}/\Omega \times \text{mm}^2$

Aluminio:  $\chi = 35 \text{ m}/\Omega \times \text{mm}^2$

Para calcular la sección transversal del cable sumergible, utilizar la siguiente fórmula:

#### DOL

$$q = \frac{I \times 1.73 \times 100 \times L \times \rho \times \cos\phi}{U \times \Delta U - (I \times 1.73 \times 100 \times L \times X_L \times \sin\phi)}$$

#### Estrella-triángulo

$$q = \frac{I \times 100 \times L \times \rho \times \cos\phi}{U \times \Delta U - (I \times 1.73 \times 100 \times L \times X_L \times \sin\phi)}$$

Los valores de la intensidad nominal (I) y el factor de potencia ( $\cos\phi$ ) se pueden encontrar en las tablas de las páginas 73-78.

### Cálculo de la pérdida de potencia

Para calcular la potencia perdida en el cable sumergible, utilizar la siguiente fórmula:

$$\Delta p = \frac{3 \times L \times \rho \times I^2}{q}$$

#### Ejemplo:

Tamaño del motor: 45 kW, MMS 8000

Intensidad nominal:  $I_n = 96.5 \text{ A}$

Tensión: 3 x 400 V, 50 Hz

Método de arranque: Directo

Longitud del cable requerida: 200 m

Temperatura del agua: 30 °C

#### Selección del cable:

Opción A: **3 x 150 mm<sup>2</sup>**

Opción B: **3 x 185 mm<sup>2</sup>**

### Cálculo de la pérdida de potencia

#### Opción A:

$$\Delta p_A = \frac{3 \times L \times \rho \times I^2}{q}$$

$$\Delta p_A = \frac{3 \times 200 \times 0.02 \times 96.5^2}{150}$$

$$\Delta p_A = \mathbf{745 \text{ W}}$$

#### Opción B:

$$\Delta p_B = \frac{3 \times 200 \times 0.02 \times 96.5^2}{185}$$

$$\Delta p_B = \mathbf{604 \text{ W}}$$

#### Ahorros

Horas de funcionamiento/año:  $h = 4000$ .

Ahorro anual (A):

$$A = (\Delta p_A - \Delta p_B) \times h = (745 \text{ W} - 604 \text{ W}) \times 4000 = 564000 \text{ Wh} = 564 \text{ kWh}$$

Al elegir el tamaño del cable 3 x 185 mm<sup>2</sup> en lugar de 3 x 150 mm<sup>2</sup>, se logra un ahorro anual de 564 kWh.

Tiempo de funcionamiento: 10 años

Ahorro tras 10 años ( $A_{10}$ ):

$$A_{10} = A \times 10 = 564 \times 10 = \mathbf{5640 \text{ kWh}}$$

El ahorro total debe ser calculado en la moneda local.

# Tabla de pérdidas de altura

SP A, SP

## Pérdidas de altura en tuberías normales de agua

Las cifras superiores indican la velocidad del agua en m/s.

Las cifras inferiores indican la pérdida de altura en metros por cada 100 metros de tuberías rectas.

Cantidad de agua			Pérdidas de altura en tuberías normales de agua											
m³/h	Litros/min.	Litros/s.	Diámetro nominal de la tubería en pulgadas y diámetro interno en [mm]											
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
			15,75	21,25	27,00	35,75	41,25	52,50	68,00	80,25	92,50	105,0	130,0	155,5
0,6	10	0,16	0,855 9,910	0,470 2,407	0,292 0,784									
0,9	15	0,25	1,282 20,11	0,705 4,862	0,438 1,570	0,249 0,416								
1,2	20	0,33	1,710 33,53	0,940 8,035	0,584 2,588	0,331 0,677	0,249 0,346							
1,5	25	0,42	2,138 49,93	1,174 11,91	0,730 3,834	0,415 1,004	0,312 0,510							
1,8	30	0,50	2,565 69,34	1,409 16,50	0,876 5,277	0,498 1,379	0,374 0,700	0,231 0,223						
2,1	35	0,58	2,993 91,54	1,644 21,75	1,022 6,949	0,581 1,811	0,436 0,914	0,269 0,291						
2,4	40	0,67		1,879 27,66	1,168 8,820	0,664 2,290	0,499 1,160	0,308 0,368						
3,0	50	0,83		2,349 41,40	1,460 13,14	0,830 3,403	0,623 1,719	0,385 0,544	0,229 0,159					
3,6	60	1,00		2,819 57,74	1,751 18,28	0,996 4,718	0,748 2,375	0,462 0,751	0,275 0,218					
4,2	70	1,12		3,288 76,49	2,043 24,18	1,162 6,231	0,873 3,132	0,539 0,988	0,321 0,287	0,231 0,131				
4,8	80	1,33			2,335 30,87	1,328 7,940	0,997 3,988	0,616 1,254	0,367 0,363	0,263 0,164				
5,4	90	1,50			2,627 38,30	1,494 9,828	1,122 4,927	0,693 1,551	0,413 0,449	0,269 0,203				
6,0	100	1,67			2,919 46,49	1,660 11,90	1,247 5,972	0,770 1,875	0,459 0,542	0,329 0,244	0,248 0,124			
7,5	125	2,08			3,649 70,41	2,075 17,93	1,558 8,967	0,962 2,802	0,574 0,809	0,412 0,365	0,310 0,185	0,241 0,101		
9,0	150	2,50				2,490 25,11	1,870 12,53	1,154 3,903	0,668 1,124	0,494 0,506	0,372 0,256	0,289 0,140		
10,5	175	2,92				2,904 33,32	2,182 16,66	1,347 5,179	0,803 1,488	0,576 0,670	0,434 0,338	0,337 0,184		
12	200	3,33				3,319 42,75	2,493 21,36	1,539 6,624	0,918 1,901	0,659 0,855	0,496 0,431	0,385 0,234	0,251 0,084	
15	250	4,17				4,149 64,86	3,117 32,32	1,924 10,03	1,147 2,860	0,823 1,282	0,620 0,646	0,481 0,350	0,314 0,126	
18	300	5,00					3,740 45,52	2,309 14,04	1,377 4,009	0,988 1,792	0,744 0,903	0,577 0,488	0,377 0,175	0,263 0,074
24	400	6,67					4,987 78,17	3,078 24,04	1,836 6,828	1,317 3,053	0,992 1,530	0,770 0,829	0,502 0,294	0,351 0,124
30	500	8,33						3,848 36,71	2,295 10,40	1,647 4,622	1,240 2,315	0,962 1,254	0,628 0,445	0,439 0,187
36	600	10,0						4,618 51,84	2,753 14,62	1,976 6,505	1,488 3,261	1,155 1,757	0,753 0,623	0,526 0,260
42	700	11,7							3,212 19,52	2,306 8,693	1,736 4,356	1,347 2,345	0,879 0,831	0,614 0,347
48	800	13,3							3,671 25,20	2,635 11,18	1,984 5,582	1,540 3,009	1,005 1,066	0,702 0,445
54	900	15,0							4,130 31,51	2,964 13,97	2,232 6,983	1,732 3,762	1,130 1,328	0,790 0,555
60	1000	16,7							4,589 38,43	3,294 17,06	2,480 8,521	1,925 4,595	1,256 1,616	0,877 0,674
75	1250	20,8								4,117 26,10	3,100 13,00	2,406 7,010	1,570 2,458	1,097 1,027
90	1500	25,0								4,941 36,97	3,720 18,42	2,887 9,892	1,883 3,468	1,316 1,444
105	1750	29,2									4,340 24,76	3,368 13,30	2,197 4,665	1,535 1,934
120	2000	33,3									4,960 31,94	3,850 17,16	2,511 5,995	1,754 2,496
150	2500	41,7										4,812 26,26	3,139 9,216	2,193 3,807
180	3000	50,0											3,767 13,05	2,632 5,417
240	4000	66,7											5,023 22,72	3,509 8,926
300	5000	83,3												4,386 14,42
Codos de 90°, válvulas de compuerta			1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	2,0	2,5
Piezas T, válvulas antirretorno			4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	7,0	8,0	9,0

La tabla ha sido calculada de acuerdo con H. Nueva fórmula de Lang,  $a = 0,02$  para una temperatura del agua de 10 °C.

La pérdida de altura en codos, válvulas de compuerta, piezas en T y válvulas antirretorno es equivalente a los metros de las tuberías rectas indicadas en las últimas dos líneas de la tabla. Para conocer la pérdida de altura en válvulas de pie, multiplicar por dos la pérdida sufrida en piezas T.

# Tabla de pérdidas de altura

SP A, SP

## Pérdidas de altura en tuberías de plástico

Las cifras superiores indican la velocidad del agua en m/s.

Las cifras inferiores indican la pérdida de altura en metros por cada 100 metros de tuberías rectas.

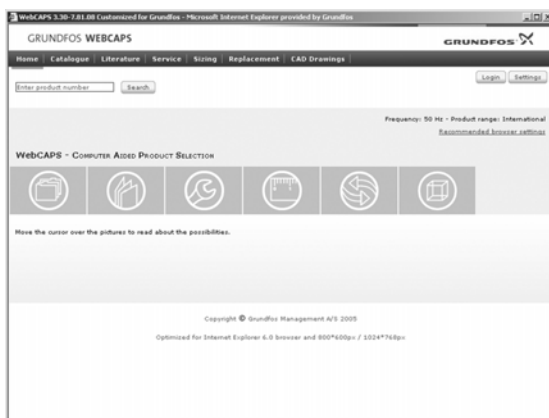
Cantidad de agua			PELM/PEH PN 10											
m³/h	Litros/min.	Litros/s.	PELM				PEH							
			25 20,4	32 26,2	40 32,6	50 40,8	63 51,4	75 61,4	90 73,6	110 90,0	125 102,2	140 114,6	160 130,8	180 147,2
0,6	10	0,16	0,49 1,8	0,30 0,66	0,19 0,27	0,12 0,085								
0,9	15	0,25	0,76 4,0	0,46 1,14	0,3 0,6	0,19 0,18	0,12 0,63							
1,2	20	0,33	1,0 6,4	0,61 2,2	0,39 0,9	0,25 0,28	0,16 0,11							
1,5	25	0,42	1,3 10,0	0,78 3,5	0,5 1,4	0,32 0,43	0,2 0,17	0,14 0,074						
1,8	30	0,50	1,53 13,0	0,93 4,6	0,6 1,9	0,38 0,57	0,24 0,22	0,17 0,092						
2,1	35	0,58	1,77 16,0	1,08 6,0	0,69 2,0	0,44 0,70	0,28 0,27	0,2 0,12						
2,4	40	0,67	2,05 22,0	1,24 7,5	0,80 3,3	0,51 0,93	0,32 0,35	0,23 0,16	0,16 0,063					
3,0	50	0,83	2,54 37,0	1,54 11,0	0,99 4,8	0,63 1,40	0,4 0,50	0,28 0,22	0,2 0,09					
3,6	60	1,00	3,06 43,0	1,85 15,0	1,2 6,5	0,76 1,90	0,48 0,70	0,34 0,32	0,24 0,13	0,16 0,050				
4,2	70	1,12	3,43 50,0	2,08 18,0	1,34 8,0	0,86 2,50	0,54 0,83	0,38 0,38	0,26 0,17	0,18 0,068				
4,8	80	1,33		2,47 25,0	1,59 10,5	1,02 3,00	0,64 1,20	0,45 0,50	0,31 0,22	0,2 0,084				
5,4	90	1,50		2,78 30,0	1,8 12,0	1,15 3,50	0,72 1,30	0,51 0,57	0,35 0,26	0,24 0,092	0,18 0,05			
6,0	100	1,67		3,1 39,0	2,0 16,0	1,28 4,6	0,8 1,80	0,56 0,73	0,39 0,30	0,26 0,12	0,2 0,07			
7,5	125	2,08		3,86 50,0	2,49 24,0	1,59 6,6	1,00 2,50	0,70 1,10	0,49 0,50	0,33 0,18	0,25 0,10	0,20 0,055		
9,0	150	2,50			3,00 33,0	1,91 8,6	1,20 3,5	0,84 1,40	0,59 0,63	0,39 0,24	0,30 0,13	0,24 0,075		
10,5	175	2,92			3,5 38,0	2,23 11,0	1,41 4,3	0,99 1,80	0,69 0,78	0,46 0,30	0,36 0,18	0,28 0,09		
12	200	3,33			3,99 50,0	2,55 14,0	1,60 5,5	1,12 2,40	0,78 1,0	0,52 0,40	0,41 0,22	0,32 0,12	0,25 0,065	
15	250	4,17				3,19 21,0	2,01 8,0	1,41 3,70	0,98 1,50	0,66 0,57	0,51 0,34	0,40 0,18	0,31 0,105	0,25 0,06
18	300	5,00				3,82 28,0	2,41 10,5	1,69 4,60	1,18 1,95	0,78 0,77	0,61 0,45	0,48 0,25	0,37 0,13	0,29 0,085
24	400	6,67					3,21 19,0	2,25 8,0	1,57 3,60	1,05 1,40	0,81 0,78	0,65 0,44	0,50 0,23	0,39 0,15
30	500	8,33					4,01 28,0	2,81 11,5	1,96 5,0	1,31 2,0	1,02 1,20	0,81 0,63	0,62 0,33	0,49 0,21
36	600	10,0					4,82 37,0	3,38 15,0	2,35 6,6	1,57 2,60	1,22 1,50	0,97 0,82	0,74 0,45	0,59 0,28
42	700	11,7					5,64 47,0	3,95 24,0	2,75 8,0	1,84 3,50	1,43 1,90	1,13 1,10	0,87 0,60	0,69 0,40
48	800	13,3						4,49 26,0	3,13 11,0	2,09 4,5	1,62 2,60	1,29 1,40	0,99 0,81	0,78 0,48
54	900	15,0						5,07 33,0	3,53 13,5	2,36 5,5	1,83 3,20	1,45 1,70	1,12 0,95	0,08 0,58
60	1000	16,7						5,64 40,0	3,93 16,0	2,63 6,7	2,04 3,90	1,62 2,2	1,24 1,2	0,96 0,75
75	1250	20,8						4,89 25,0	3,27 9,0	2,54 5,0	2,02 3,0	1,55 1,6	1,22 0,95	
90	1500	25,0						5,88 33,0	3,93 13,0	3,05 8,0	2,42 4,1	1,86 2,3	1,47 1,40	
105	1750	29,2						6,86 44,0	4,59 17,5	3,56 9,7	2,83 5,7	2,17 3,2	1,72 1,9	
120	2000	33,3							5,23 23,0	4,06 13,0	3,23 7,0	2,48 4,0	1,96 2,4	
150	2500	41,7							6,55 34,0	5,08 18,0	4,04 10,5	3,10 6,0	2,45 3,5	
180	3000	50,0							7,86 45,0	6,1 27,0	4,85 14,0	3,72 7,6	2,94 4,4	
240	4000	66,7								8,13 43,0	6,47 24,0	4,96 13,0	3,92 7,5	
300	5000	83,3									8,08 33,0	6,2 18,0	4,89 11,0	

La tabla está basada en un nomograma.

Dureza: K = 0,01 mm.

Temperatura del agua: t = 10 °C.

## WebCAPS

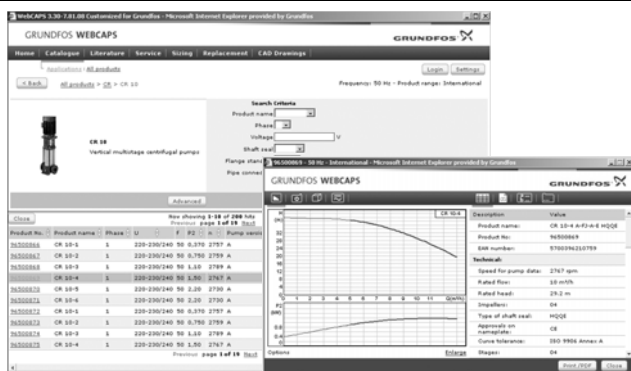


WebCAPS es un programa de selección de producto con soporte informático basado en Web que está disponible en [www.grundfos.es](http://www.grundfos.es).

WebCAPS contiene información detallada de más de 185.000 productos Grundfos en más de 20 idiomas.

En WebCAPS, toda la información está dividida en 6 secciones:

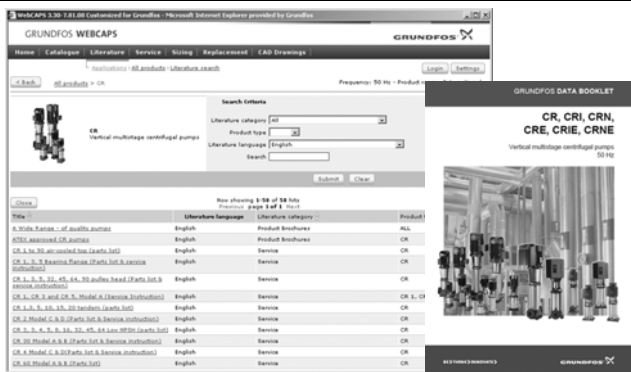
- Catálogo
- Literatura
- Repuestos
- Dimensionamiento
- Sustitución
- Planos CAD.



### Catálogo

Comenzando por las áreas de aplicación y los tipos de bomba, esta sección contiene

- datos técnicos
- curvas (QH, Eta, P1, P2, etc) que pueden adaptarse a la densidad y viscosidad del líquido bombeado y mostrar el número de bombas en funcionamiento
- fotos del producto
- planos dimensionales
- esquemas de conexiones eléctricas
- textos de ofertas, etc.



### Literatura

En esta sección puede acceder a todos los documentos más recientes de una bomba en particular, tales como

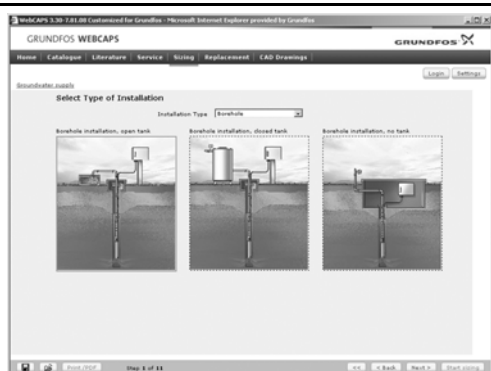
- catálogos
- instrucciones de instalación y funcionamiento
- documentación de servicio postventa, como el Service kit catalogue o Service kit instructions
- guías rápidas
- folletos de producto, etc.



### Repuestos

Esta sección contiene un catálogo de repuestos interactivo de fácil manejo. Aquí puede encontrar e identificar repuestos tanto de las bombas Grundfos existentes como de las obsoletas. Además, esta sección contiene videos de servicio postventa que muestran cómo sustituir repuestos.





## Dimensionamiento

Comenzando por las diferentes áreas de aplicación y los ejemplos de instalación, esta sección ofrece instrucciones paso a paso de cómo

- seleccionar la bomba más adecuada y eficiente para su aplicación
- realizar cálculos avanzados basados en el consumo de energía, periodos de retorno, perfiles de carga, costes del ciclo vital, etc.
- analizar la bomba seleccionada a través de la herramienta de coste del ciclo vital
- determinar la velocidad del caudal en aplicaciones de aguas residuales, etc.



## Sustitución

En esta sección encontrará una guía para seleccionar y comparar datos de sustitución de una bomba instalada para sustituirla por una bomba Grundfos más eficiente.

Esta sección contiene datos de sustitución de una amplia gama de bombas de otros fabricantes.

Basándose en la guía fácil paso a paso puede comparar las bombas Grundfos con la que haya instalado. Después de especificar la bomba instalada, la guía le sugiere las bombas Grundfos que pueden mejorar tanto su comodidad como la eficacia.



## Planos CAD

En esta sección es posible descargar planos CAD bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D) de la mayoría de las bombas Grundfos.

Los siguientes formatos están disponibles en WebCAPS:

planos bidimensionales:

- .dxf, gráficos de tipo alambre
- .dwg, gráficos de tipo alambre.

planos tridimensionales:

- .dwg, gráficos tipo alambre (sin superficies)
- .stp, planos sólidos (con superficies)
- .eprt, planos a través de Internet.

## WinCAPS



Fig. 25 WinCAPS CD-ROM

WinCAPS es un programa de selección de producto con soporte informático, basado en Windows que contiene información detallada de más de 185.000 productos de Grundfos en más de 20 idiomas.

El programa tiene las mismas características y funciones que WebCAPS, pero es una solución idónea cuando no hay disponible una conexión a Internet.

WinCAPS está disponible en CD-ROM y se actualiza anualmente.

<b>96506720</b> 0208	<b>E</b>
Repl. 96506720 0403	

Nos reservamos el derecho a modificaciones.



# DE LS63

## Magnetotérmicos

### Características

#### Diseño atractivo y moderno

- Apariencia elegante, en caja curvada con maneta de mando ergonómica para una operación fácil
- Con indicador de posición
- Con tapa transparente para etiqueta de identificación

#### Alta capacidad de corto circuito

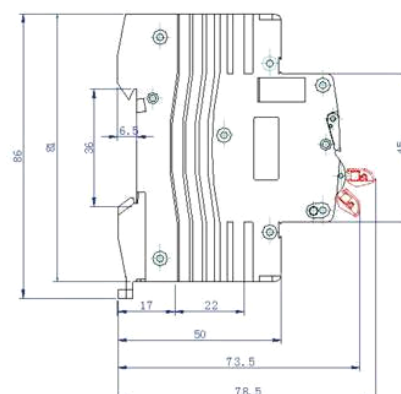
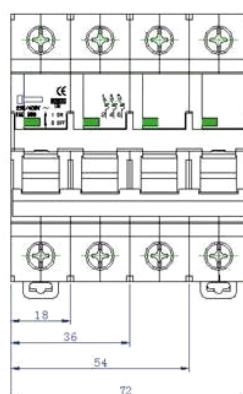
- La gama DE LS63 ofrece una elevada capacidad de corto circuito de 10 kA hasta 63A
- Vida eléctrica larga de 6000 maniobras



### Datos técnicos

Nº de Polos	1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P
Tensión nominal	230/400V
Calibres (A)	1, 2, 3, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Curvas	B, C, D
Int. corto circuito (Icn)	10 kA
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Limitación de energía	Clase 3
Tensión de impulso	6,2 kV
Vida electro-mecánica	8000
Tipo de terminal	Tornillo, borne de caja
Capacidad borne	Conductor rígido hasta 25mm <sup>2</sup>
Par de apriete	2,0 Nm
Fijación	Carril DIN 35mm / tornillos
Normas	IEC60898, CE, SEMKO, KEMA

### Dimensiones



### Referencias

**DE LS63 C-P-A** donde:

C = Curva (B, C, ó D)

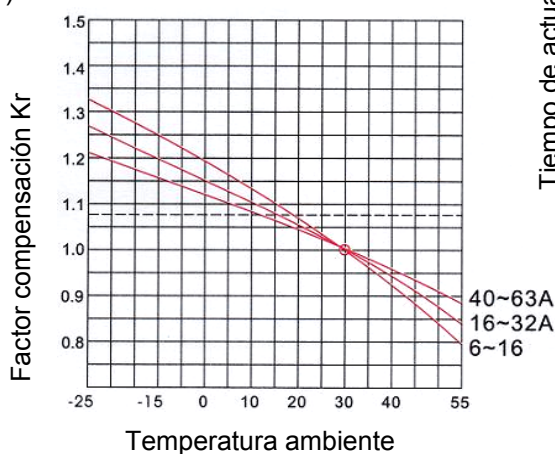
P = nº de Polos (1P, 1PN, 2P, 3P, 3PN ó 4P)

A = Calibre (1, 2, 3, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, ó 63)

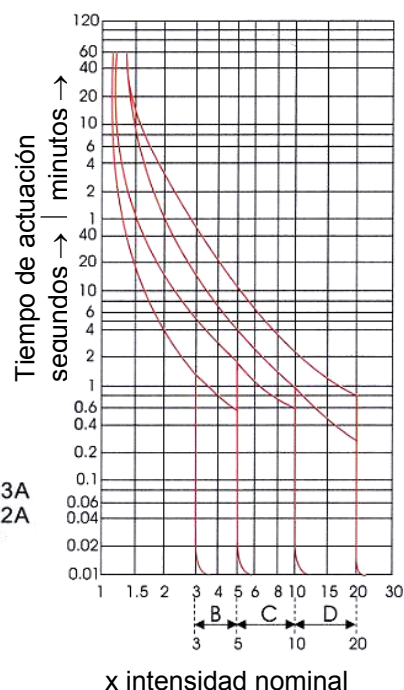
Por ejemplo: DE LS63 C-1P-10

### Curvas

#### Compensación temperatura



#### Curvas de actuación



## MANÓMETRO DIGITAL

CON FUNCIÓN MÍN.- Y MÁX.- FUNCTION / PRECISIÓN: 0,5%

El ECO 1 es un instrumento digital de medida de presión, compacto y económico, de una precisión media, pero con alta resolución y reproducibilidad.

La presión se mide dos veces por segundo, y se muestra en la pantalla. La parte superior del display muestra la presión actual, y la parte inferior del display muestra los valores de presión MAX.- o MIN.- desde el último RESET efectuado.

El ECO 1 tiene dos botones. El botón de la izquierda se emplea para encender el manómetro, para seleccionar las funciones (las funciones aparecen sucesivamente en el display a medida que le pulsa el botón, y se seleccionan al soltar el botón). El botón de la derecha se emplea para cambiar entre el valor máximo (MAX.-) y mínimo (MIN.-).

El ECO 1 tiene las siguientes funciones:

**RESET** Permite resetear los valores máximo y mínimo a los valores de presión actual.

**OFF** Apaga el instrumento.

**ZERO** Permite situar un cero como valor de referencia. Así, las variaciones de presión atmosférica pueden ser compensadas. El ajuste de cero de fábrica, para el rango -1...30 bar, es de 0 bar absolutos. Por lo tanto, para efectuar mediciones con el cero de referencia a la presión atmosférica, deberá utilizar la función ZERO SET a la presión atmosférica. El ajuste de cero de fábrica, para el rango 0...300 bar, es de 1 bar absoluto.

**CONT** El instrumento se apaga automáticamente a los 15 min. sin utilizarlo. Al activar la función "Cont" (continuo) se desactiva esta característica.

El ECO 1 tiene una rosca tipo 7/16"UNF macho y se suministra con un swivel completo que facilita una conexión tipo G1/4" macho. Este adaptador permite girar el instrumento hasta 360° para situarlo en una posición óptima. Aplicando una fuerza mínima garantizamos la estanqueidad hasta 300 bar.



"Swivel"



Adaptador G1/4"



### ESPECIFICACIONES

Rangos de presión	-1...30 bar	0...300 bar
Resolución	10 mbar	100 mbar
Sobrepresión	60 bar	400 bar
Precisión	0,5 %FE típica	1 %FE máx
Temperatura de almacenamiento/trabajo	-20...70 °C / 0...50 °C	
Rango de temperatura compensado	0...50 °C	
Alimentación	pilas de 3V, tipo CR2430	
Vida de la pila	1.000 horas en servicio continuo	
Conexión de presión	7/16"-20 UNF (adaptador G 1/4" incluido)	
Protección, CEI 529	IP 65	
Dimensiones (diámetro x alto x ancho)	59 x 95 x 32 mm	
Peso	≈ 125 g	

### ACCESORIOS (OPCIONAL)

Goma de protección  
Bolsa de transporte

### ECO 1 Ei

Versión con seguridad intrínseca, 94/9/CE (ATEX 100a)

Clasificación: II 1 G EEx ia IIC T6 o T5

Certificado de conformidad: LCIE 01 ATEX 6001 X

The EEx ia version of ECO 1  
La versión "EEx ia" del ECO1 incorpora un switch como protección adicional. Las funciones, los rangos y la precisión son idénticos a la versión estándar.

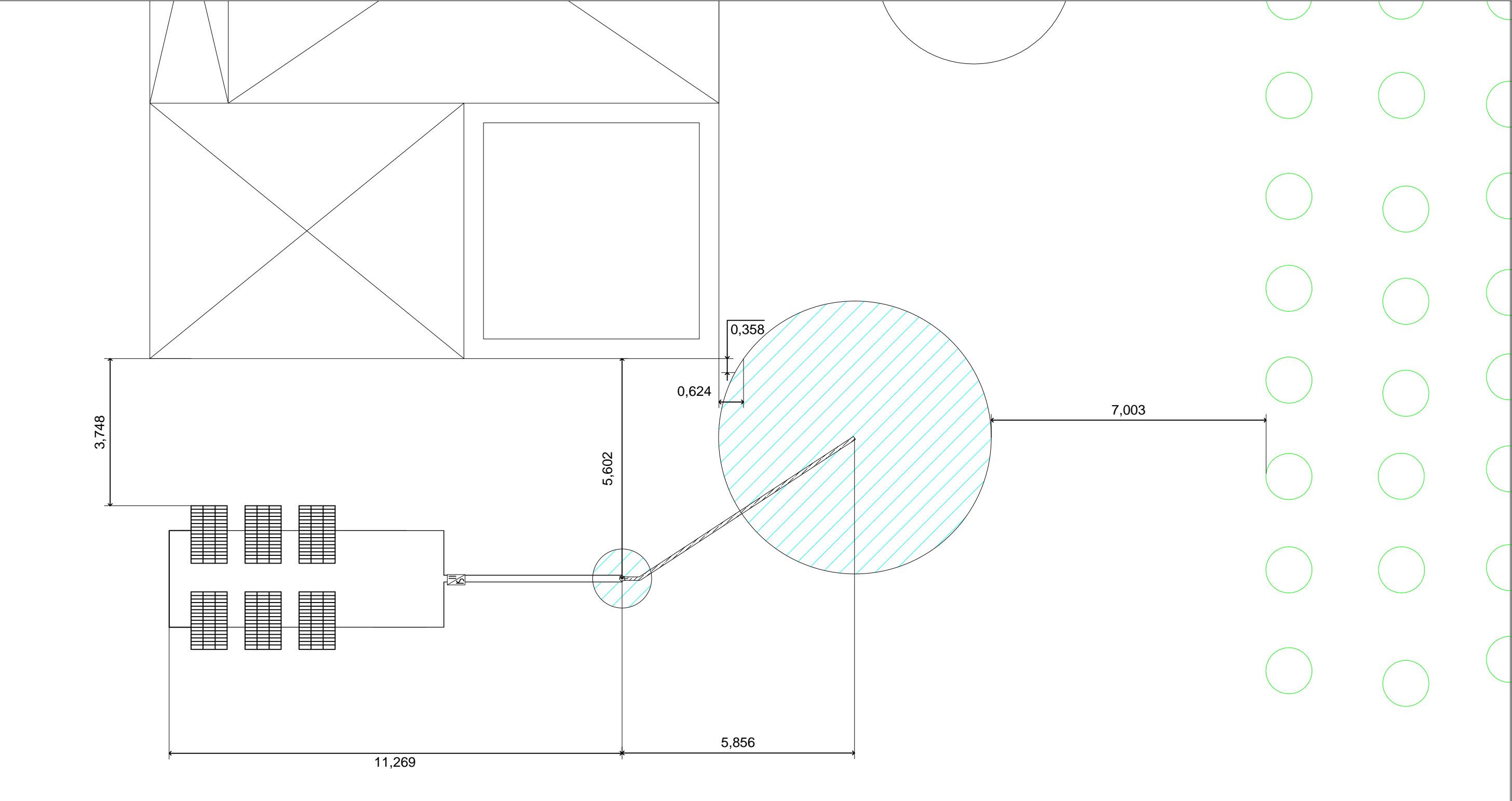


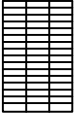

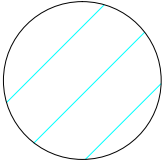



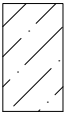


*Trabajo Fin de Grado.*

*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

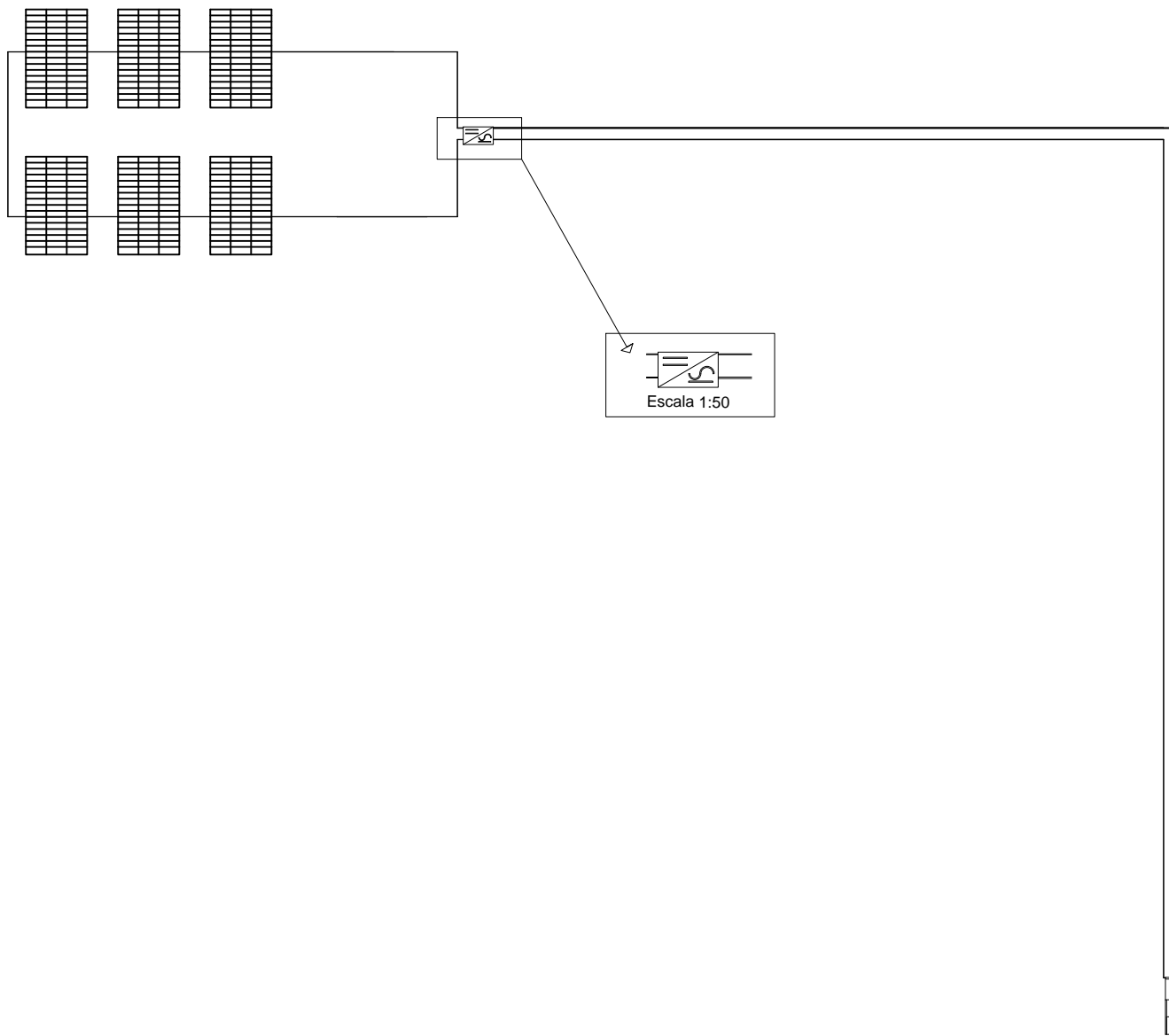
## 3 Planos

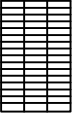





Leyenda					
	Panel solar		Conductor		Depósito
	Inversor		Olivo		Pozo
					Tubería

Nombre del proyecto: Sistema de energía solar fotovoltaica aislado para una estación de bombeo	Autor: 17 de agosto de 2012
Autor: Alberto Campos Soto	Escala: 1:100
Descripción: Plano de ubicación	Número de plano: 1/3





Leyenda	
	Panel solar
	Inversor
	Motobomba
	Conductor

Nombre del proyecto: Sistema de energía solar fotovoltaica aislado para una estación de bombeo	Fecha: 17 de agosto de 2012
Autor: Alberto Campos Soto	Escala: 1:100
Descripción: Circuito eléctrico	Número de plano: 3/3





*Trabajo Fin de Grado.*  
*Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para una estación de bombeo.*

FACTURA	
DESCRIPCIÓN	TOTAL
6 x Panel Solar PV-MLT260HC	6x624= 3744 (€)
1 x Inversor Senoidal GMS 1800	1x912= 912 (€)
1x Moto-Bomba Grundfos SP17-2N	1x2834,3=2834,3 (€)
1 x Magnetotérmico DE LS63	1x4,05 = 4,05 (€)
1 x Depósito acumulador 3500 litros	1x1250 = 1250 (€)
6 x Estructura metálica para paneles solares	6x40 = 240 (€)
1 x Fontanería	1x207 = 207 (€)
SUBTOTAL	9191,35 (€)
TASA DE IMPUESTO	21,000%
IMPUESTO	1930,1835 (€)
OTRO	
<b>TOTAL</b>	<b>11121,54 (€)</b>



## **Bibliografía:**

- ALONSO ABELLA, Miguel. *Sistemas fotovoltaicos. Introducción al diseño y dimensionado de instalaciones fotovoltaicas.*
- CASTRO GIL, Manuel Alonso. *Sistemas de bombeo eólicos y fotovoltaicos.*
- NAVARTE, L; LORENZO, E; AANDAM, M. *Patrones de bombeo de agua en sistemas rurales de bombeo fotovoltaico.*
- UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. *Transparencias. Generación Eólica y Fotovoltaica.*
- UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. *Transparencias. Protecciones Eléctricas.*
- UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. *Transparencias. Oficina Técnica.*
- MITSUBISHI. <http://www.mitsubishielectric.es/sistemas-fotovoltaicos/>
- I.REP.SOL. <http://www.irepsol.es/>
- GRUNDFOS. <http://es.grundfos.com/>
- PLASTIFER. <http://www.plastifer.es/>
- DIRECT-ELECTRO. <http://www.direct-electro.es/>
- CATSENSORS. <http://www.catsensors.com/es/>
- ZENNER. <http://www.zenner.es/>
- PLAREX, S.A. <http://www.plarexpoliester.com/>



- ITC-BT-07, REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO EN REDES SUBTERRANEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.  
<http://www.madrid.org/bdccc/normativa/PDF/Instalaciones/Instalaciones%20electricas/Normas%20Tratadas/ESRd084202.pdf>
- NASA.  
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=en&map=europe>